

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**



**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**Ingeniería Técnica Industrial**  
**Especialidad Mecánica**

**Arquitectura de un Banco de Ensayos para Motores Térmicos de  
Gasolina**

**Autor: Javier López Fernández**

**Tutor: David Mauricio Alba Lucero**

**Director: Juan Carlos García Prada**

**Departamento: Ingeniería Mecánica**



**Madrid, a 27 de Septiembre de 2010**



A toda la gente que me ha apoyado y ayudado  
en la realización de este Proyecto



## Índice

Índice.....	4
Índice de Figuras.....	6
Índice de Tablas.....	7
1. Introducción.....	8
2. Objetivo.....	11
3. Fundamento teórico: Corrientes Parásitas de Foucault. Ejemplo.....	14
3.1. Ejemplo Corrientes de Foucault.....	18
3.2. Otras aplicaciones de las Corrientes de Foucault.....	19
4. Rango de utilización.....	21
5. Características Freno Eléctrico.....	24
5.1. Principio de funcionamiento.....	25
5.2. Cálculo y verificación de potencia.....	27
5.3. Características generales.....	29
5.4. Características estructurales.....	30
5.5. Seguridades.....	31
5.6. Regulación.....	32
5.7. Instrumentación.....	33
6. Descripción del Banco de Ensayos.....	34
6.1. Visión general.....	35
6.2. Elementos del Banco de Ensayos.....	37
6.3. Descripción de la solución.....	41
6.4. Consola de control A1.....	47
6.5. Caja de sensores A2.....	48
6.6. Caja Freno A3.....	49
6.7. Caja Motor A4.....	50
6.8. Unidad de regulación Freno E-135.....	51
6.9. Sistema informático.....	57
6.10. Propiedades de sondas de temperatura: Termopares y Termoresistencias.....	58
7. Diseño. Planos Constructivos.....	62





8. Conclusiones.....	65
9. Trabajos futuros.....	68
10. Referencias.....	70
Anexos.....	73
Anexo 1. Planos constructivos.....	74
Anexo 2. Datos Motores Rotax.....	96
Anexo 3. Presupuesto.....	104
Anexo 4. Características Bobina Eléctrica.....	111



## Índice de Figuras

Figura 2.1- Avión ultraligero con motor Rotax.....	12
Figura 2.2- Motor Rotax 582 UL DCDI.....	12
Figura 3.1- Corrientes de Foucault.....	16
Figura 3.2- Separador Material Férrico.....	20
Figura 5.1- Corte freno eléctrico .....	26
Figura 6.1- Esquema general del Banco de Ensayo.....	36
Figura 6.2- Bancada general .....	37
Figura 6.3- Soportes acelerador y Soportes de agua y aceite.....	37
Figura 6.4- Freno eléctrico 135kW.....	38
Figura 6.5- Termopar tipo K.....	39
Figura 6.6- Batería 12V.....	39
Figura 6.7- Sistema de arranque Bendix (con protección).....	40
Figura 6.8- Transmisión Cardan.....	40
Figura 6.9- Sensor de caudal y sonda de temperatura.....	44
Figura 6.10- Ubicación Bujía instrumentada para $P_v$ - $P_a$ .....	45
Figura 6.11- Ubicación Bujía instrumentada para $P_v$ - $P_a$ .....	45
Figura 6.12- Consola de control A1.....	47
Figura 6.13- Caja de sensores A2. Vista central, izquierda y derecha.....	48
Figura 6.14- Caja de freno A3.....	49
Figura 6.15- Caja de motor A4.....	50
Figura 6.16- Gráfica Modo M.....	53
Figura 6.17- Gráfica Modo n constante.....	55
Figura 6.18- Gráfica Modo M constante.....	56
Figura 6.19- Esquema general de una sonda de temperatura.....	61
Figura 7.1- Diseño 3D banco (1).....	64
Figura 7.2- Diseño 3D Freno Eléctrico.....	64
Figura 8.1- Diseño 3D del banco (2).....	67
Figura 8.2- Vista general del Banco.....	67



## Índice de Tablas

Tabla 4.1- Curva M-v freno eléctrico.....	23
Tabla 6.1- Características de termopares (Norma IEC-584-1982).....	59
Tabla 6.2- Valores básicos y tolerancias para PT100 de platino.....	60



# 1. Introducción



## 1. Introducción

El presente proyecto se basa en el diseño de un banco de ensayos preparado para probar y verificar motores térmicos de gasolina montados en aviones ultraligeros. La solución radica en la construcción de un banco de ensayos a medida, diseñado específicamente para este tipo de motores.

La empresa que encarga este proyecto es SIDILAB (sistemas didácticos de laboratorio S.L.) [1]. Esta empresa fabrica y entrega material en Universidades y centros de enseñanza, abarcando prácticamente todos los campos de la física, química y la más moderna tecnología.

Los motores que este banco debe de ser capaz de probar son de la marca ROTAX. Son motores empleados en aviones ultraligeros. Para diseñar el banco deberá atenderse a las dimensiones de los mismos desde un punto de vista estructural y a la potencia que son capaces de desarrollar desde un punto de vista funcional.

En el capítulo 2 serán descritos los objetivos que se quieren alcanzar con la realización de este proyecto.

En el capítulo 3 se describirá, antes de proceder a la descripción del proyecto, el fundamento teórico en el que se basa el Banco de Ensayos, y posteriormente, en este mismo capítulo serán explicadas otras aplicaciones que basan su funcionamiento en el mismo principio.

El capítulo 4 explica el rango de utilización para el cual se debe diseñar el Banco de Ensayos, elegido en función de los motores que se requieren probar.

El capítulo 5 aborda las características del elemento principal que forma el Banco de Ensayos, el freno eléctrico basado en las corrientes parásitas de Foucault.



A continuación, en el capítulo 6, se describe la solución al problema propuesto viendo cada uno de los elementos que forman parte del Banco.

Los conceptos básicos que se han de tener en cuenta para la construcción de los elementos que forman parte del Banco se muestran en el capítulo 7, y los planos constructivos de dichos elementos se muestran en el Anexo 1.

Las conclusiones relativas a todo el proceso de diseño y los objetivos, así como el resultado final del proyecto se tratan en el capítulo 8.

Por último serán propuestas futuras líneas de desarrollo a partir de este proyecto, siendo interesante desarrollarlas para ampliar la información de este documento.



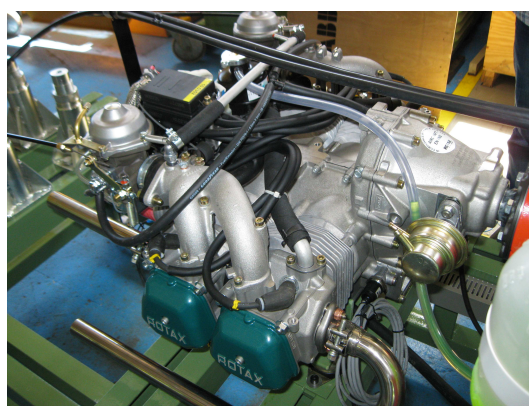
## 2. Objetivo

## 2. Objetivo

El presente Proyecto Fin de Carrera surge de la necesidad de diseñar un banco de ensayos capacitado para probar motores térmicos de gasolina, concretamente motores de la marca Rotax, montados en aviones ultraligeros. Los modelos son: 447 UL SCDI, 503 UL DCDI, 582 UL DCDI (Anexo 2).



**Figura 2.1- Avión ultraligero con motor Rotax**



**Figura 2.2- Motor Rotax 582 UL DCDI**

El diseño se basará en primer lugar en una bancada adecuada a las dimensiones de dichos motores. Una vez diseñada la bancada se situará sobre la misma el elemento clave del banco de ensayos: el freno eléctrico. Dicho freno basa su funcionamiento en las corrientes parásitas de Foucault.

Con el freno montado sobre la bancada principal, se diseñarán el resto de elementos, o también llamado utillaje, necesario para ubicar el resto de elementos que forman parte del banco. Dicho utillaje será el necesario para ubicar el acelerador, el agua y el aceite, y un dispositivo de arranque mediante motor de arranque Bendix, similar al utilizado en los coches que todos conocemos.





En cuanto a la parte estructural del banco de ensayos, por último se diseñaran las protecciones necesarias para cubrir todos los elementos rotativos. De esta manera, se evitarán posibles daños personales en caso de fallo del sistema.

Debe tenerse en cuenta que los parámetros que se buscan medir en una máquina de este estilo, son principalmente la curva Par-Velocidad, y las temperaturas y presiones fundamentales en el funcionamiento del motor, así como la curva  $P_v$ - $P_\alpha$  del motor. Por lo tanto será necesario incluir una descripción del resto de elementos que componen el banco de ensayos. Estos elementos son una caja de sensores, una caja para controlar el motor, otra para controlar el freno eléctrico y una última consola central desde donde se pueda controlar todo desde fuera de la celda de ensayos.



### **3. Fundamento teórico: Corrientes Parásitas de Foucault**

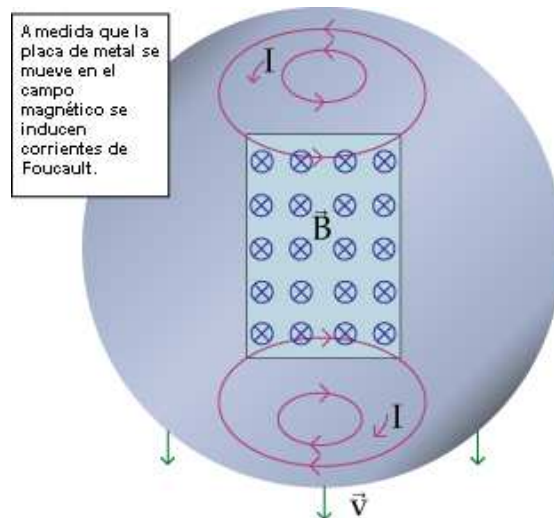
### 3. Fundamento teórico: Corrientes Parásitas de Foucault

La base teórica que fundamenta los bancos de ensayos basados en este tipo de frenos son las corrientes parásitas, también denominadas corrientes de Foucault [2]. Este fenómeno fue descubierto por el físico francés León Foucault en 1851.

Estas corrientes se producen cuando un conductor (con conductividad  $\sigma$ ) atraviesa un campo magnético variable, o viceversa. El movimiento relativo causa una circulación de electrones, o corriente inducida dentro del conductor. Estas corrientes circulares crean electroimanes con campos magnéticos que se oponen al campo magnético aplicado. Cuanto más fuerte sea el campo magnético aplicado, o mayor la conductividad del conductor, o mayor la velocidad relativa de movimiento, mayores serán las corrientes de Foucault y los campos opositores generados. La ley de Inducción de Faraday-Lenz nos dice que ese flujo de campo magnético variable con el tiempo genera un campo eléctrico,  $E$ , y ese campo eléctrico, a través de la relación  $\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$  (1), genera una distribución de corrientes  $J$  en el seno del conductor, que son las denominadas corrientes de Foucault.

En los núcleos de las bobinas por ejemplo, se crean tensiones inducidas debidas a la variación de flujo magnético a que se someten aquellos núcleos. Dichas tensiones inducidas son la causa de que se generen estas corrientes parásitas en el núcleo. Por lo tanto, estás corrientes no son beneficiosas para la buena eficiencia de las bobinas. Sin embargo, hay aplicaciones como los frenos usados en estos bancos de ensayos, en los cuales se aprovechan estas corrientes parásitas. Se diseña el rotor del freno con el borde dentado, de manera que esta variabilidad en el campo magnético, genere este efecto freno. Cuanto mayor es la velocidad, mayor es la presencia de este tipo de corrientes, y a su vez, cuanto mas disminuye la velocidad, menor es el efecto, de manera que también se consigue un frenado suave. Es importante considerar en el diseño de frenos basados en este fenómeno, que estas corrientes parásitas, disipan la energía cinética que están

frenando en forma de calor. Por lo tanto, el freno esta constituido por unas camisas de agua, por las que circula el caudal de agua encargado de disipar este calor.



**Figura 3.1- Corrientes de Foucault**

A medida que la placa metálica circular se mueve a través de una pequeña región de campo magnético constante entrante a la imagen, las corrientes de Foucault son inducidas en ésta. La dirección de esas corrientes está determinada por la Ley de Lenz[3].

Los estudios sobre inducción electromagnética, realizados por Michael Faraday nos indican que en un conductor que se mueva cortando las líneas de campo de un campo magnético se produciría un voltaje inducido ( $V_e$ ) y si se tratase de un circuito cerrado se produciría una corriente inducida. Lo mismo sucedería si el flujo magnético que atraviesa al conductor es variable.

La Ley de Lenz nos dice que los voltajes inducidos serán de un sentido tal, que se opongan a la variación del flujo magnético que las produjo. Esta ley es una consecuencia del principio de conservación de la energía.

La polaridad de un voltaje inducido es tal, que tiende a producir una corriente, cuyo campo magnético se opone siempre a las variaciones del campo existente producido por la corriente original.

El flujo de un campo magnético uniforme a través de un circuito plano viene dado por:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

donde:

- $\Phi$  = Flujo magnético. La unidad en el SI es el weber (Wb).
- $B$  = Inducción electromagnética. La unidad en el SI es el tesla (T).
- $S$  = Superficie del conductor.
- $\alpha$  = Ángulo que forman el conductor y la dirección del campo.

Si el conductor está en movimiento el valor del flujo será:

$$d\Phi = B \cdot dS \cdot \cos \alpha. \quad (3)$$

En el caso concreto de un cilindro expuesto a un campo magnético, la expresión es la misma, siendo en  $\cos \alpha = 1$ .

En este caso la Ley de Faraday afirma que el  $V_e$  inducido en cada instante tiene por valor:

$$V_e = -n \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{donde } n \text{ es el número de espiras.} \quad (4)$$

El valor negativo de la expresión anterior indica que el  $V_e$  se opone a la variación del flujo que la produce. Este signo corresponde a la ley de Lenz.

### 3.1 Ejemplo Corrientes de Foucault

Si hacemos oscilar un péndulo constituido por una placa de cobre, entre los polos de un electroimán se observará que se va frenando hasta pararse por completo, produciéndose este efecto más rápidamente cuanto mayor sea la intensidad del campo. Al tratarse de una placa de cobre, material no magnético, el frenado del péndulo no es debido a la atracción de los polos del imán.

Lo que sucede es que en la placa, al cortar el flujo entre las piezas polares, se induce una fuerza electromotriz, según predice la ley de Lenz. Como el cobre es un buen conductor y la placa ofrece una gran sección al paso de la corriente, su resistencia óhmica es pequeña y las corrientes inducidas intensas. Estas corrientes, se oponen a la acción del origen que las produce, esto es, la propia oscilación del péndulo, por tanto, actúan de freno [4].

La energía cinética del péndulo en movimiento, por el principio conservación, se transforma en calor por el efecto Joule (se conoce como Efecto Joule al fenómeno por el cual si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo. El nombre es en honor a su descubridor el físico británico James Prescott Joule.).

Otros ejemplos claros donde aparecen este tipo de corrientes inductoras lo podemos observar en la mayoría de maquinaria eléctrica, dinamos, motores de corriente continua, alternadores, transformadores y en cualquier máquina donde exista un flujo de inducción.

En general, las corrientes de Foucault son indeseadas, ya que representan una inútil disipación de energía en forma de calor.

### 3.2 Otras aplicaciones de las Corrientes de Foucault

Como ya se ha dicho, las corrientes parásitas suelen ser indeseadas habitualmente, sin embargo hay ciertas aplicaciones que funcionan a partir de ellas. Una de ellas es el objeto de este proyecto, bancos de pruebas de motores.

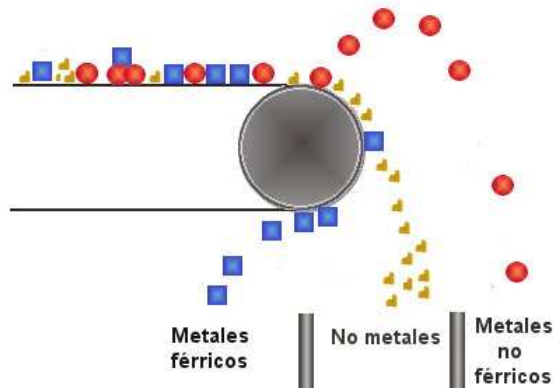
También encontramos el uso de estas corrientes parásitas en ensayos no destructivos, donde unos detectores por corrientes de Foucault de avanzada tecnología efectúan inspecciones en piezas metálicas y detectan con gran fiabilidad defectos superficiales o cercanos a la superficie. Las sondas de corriente de Foucault crean campos magnéticos que inducen la corriente, propagándose en la pieza bajo ensayo. Esto causa variaciones en el campo magnético y en la magnitud y fase de la tensión de la bobina.

Así mismo, son usadas para frenar al final de algunas montañas rusas. Este mecanismo no tiene ningún desgaste mecánico y produce una precisa fuerza de frenado. Típicamente, pesadas placas de cobre extendiéndose desde el carro son movidas entre pares de imanes permanentes muy potentes. La resistencia eléctrica entre las placas genera un efecto de arrastre análogo a la fricción, que disipa la energía cinética del carro.

Otras aplicaciones las podemos encontrar en el freno de trenes y otros vehículos pesados, como autocares o camiones. Durante el frenado, las llantas de metal en las ruedas están expuestas al campo magnético de un electroimán, que genera corrientes de Foucault en los núcleos y llantas de las ruedas. Las corrientes de Foucault encuentran resistencia mientras circulan a través del metal, y disipan energía en forma de calor, haciendo que las ruedas disminuyan su velocidad.

Por último citar el separador de Metales no Férricos por corrientes de Foucault. Este sistema muy usado en la actualidad por ejemplo en plantas de reciclaje, consigue

separar los metales no férricos del resto de materiales gracias a un conjunto magnético denominado tambor inductor. Cuando un material no férrico cruza el campo magnético inducido sufre un efecto de repulsión y salta a una cierta distancia por delante del tambor de Foucault y se separa del resto de materiales [5].



**Figura 3.2- Separador Material Férrico**





## **4. Rango de utilización**

## 4. Rango de utilización

El rango de utilización del banco está definido por los motores que en él se van a probar (Anexo 2). En este caso la potencia más elevada a probar es de 100kW, siendo el límite del banco de 135KW. Por lo tanto, la capacidad del freno supera con creces la potencia a frenar.

Siempre es conveniente no llevar el freno hasta situaciones límite y es conveniente sobredimensionar siempre la capacidad de freno, para alargar su vida en funcionamiento. El motivo principal es la refrigeración. Utilizar un freno de estas características al límite de sus posibilidades implica una perfecta refrigeración, sin margen de error, la cuál a veces no se puede asegurar por las posibles variaciones de caudal o por la no correcta temperatura del agua de refrigeración. Si esto ocurre, el rotor del freno se dilatará, es decir, aumentará mínimamente su diámetro produciendo roces del propio rotor con el estator hasta llegar a griparse.

Sin embargo, los bancos de prueba de motores no se escogen estrictamente por la potencia de los motores que se desean probar. La elección se basa en las curvas Par-Velocidad de los mismos, debiéndose siempre cumplir que la curva del freno quede por encima de la curva del motor a prueba (Tabla 4.1). De esta manera el ensayo se realizará de forma correcta.

Como se puede apreciar en la Tabla 4.1, la curva de este freno, obtenida experimentalmente, muestra que el par máximo que será capaz de ejercer dicho freno es de 400 Nm en esa región de la curva, siendo necesaria la comprobación y comparación de los puntos críticos de la curva teórica del motor térmico y del freno.

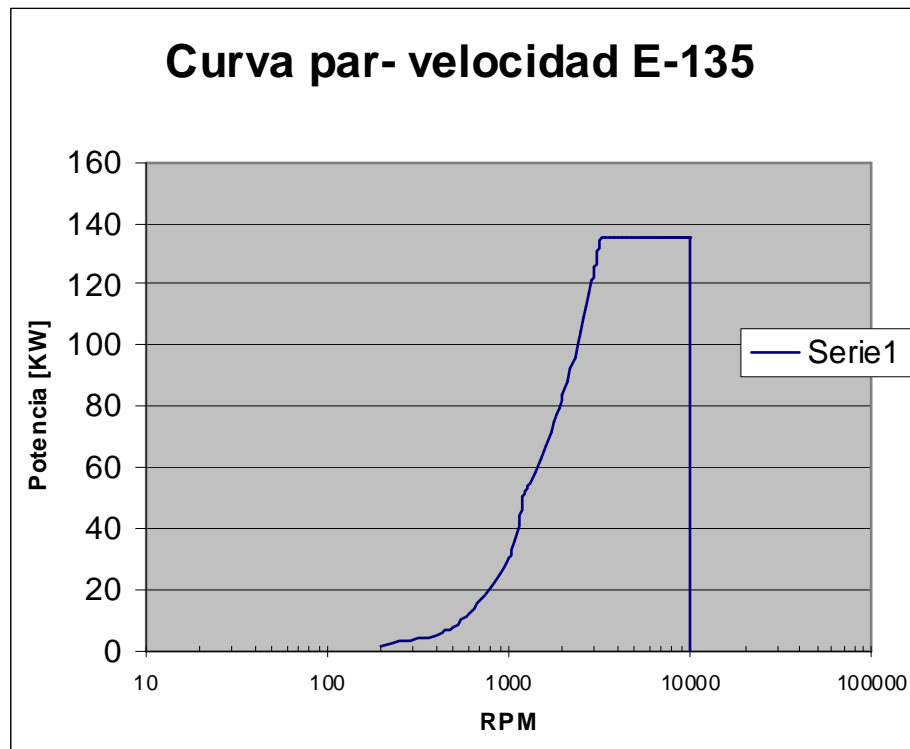


Tabla 4.1- Curva M-v freno eléctrico



## **5. Características del Freno Eléctrico**

## 5. Características Freno Eléctrico

En este capítulo del proyecto se abordará más en profundidad las características del freno eléctrico, que como ya se ha dicho anteriormente es el elemento principal del banco de ensayos. [6]

### 5.1 Principio de funcionamiento

El principio de frenado es la creación de corrientes parásitas por un rotor dentado que gira en el seno de un campo magnético estacionario, producido por un electroimán anular y que constituye el estator del freno, tal y como puede observarse en la Figura 5.1. Mediante las pruebas a lo largo del diseño del freno, se llega a la conclusión de que los dientes del rotor, mejoran la regulación del freno, siendo el par frenante superior si no fuera dentado.

El par frenante es regulado variando la excitación de la bobina del estator y es demostrado experimentalmente que la velocidad de respuesta es alta. Es importante recalcar que el par frenante debido a este fenómeno crece con la intensidad del campo magnético aplicado. Del mismo modo, las corrientes parásitas de Foucault crecen a medida que se aumenta la velocidad.

Se llega a la conclusión entonces que a medida que la velocidad aumenta, el eje dentado adquiere forma cilindro perfecto, y por eso las corrientes de Foucault son más notables.

Las corrientes parásitas se producen en la zona del estator enfrentada a los dientes del rotor, y se manifiestan en forma de calor, que es eliminado por el agua de refrigeración, calculado dicho trabajo en el apartado 5.2.

El estator es basculante sobre dos rodamientos y transmite, en consecuencia, íntegramente el par motor a una célula de carga extensiométrica, que como se explicará posteriormente, es la encargada de medir la fuerza ejercida, lo que al final se traduce en el par que el freno ejerce.

Al no existir fricción rotor-estator, como se puede ver en un corte axial del freno en la Figura 5.1 no hay desgaste y la duración del freno es muy elevada, siendo en un funcionamiento adecuado y que garantice la lubricación, únicamente necesario el reengrase de los rodamientos.

Eléctricamente, los frenos únicamente necesitan conexión a la red de 220V, 50 Hz para energizar la bobina.

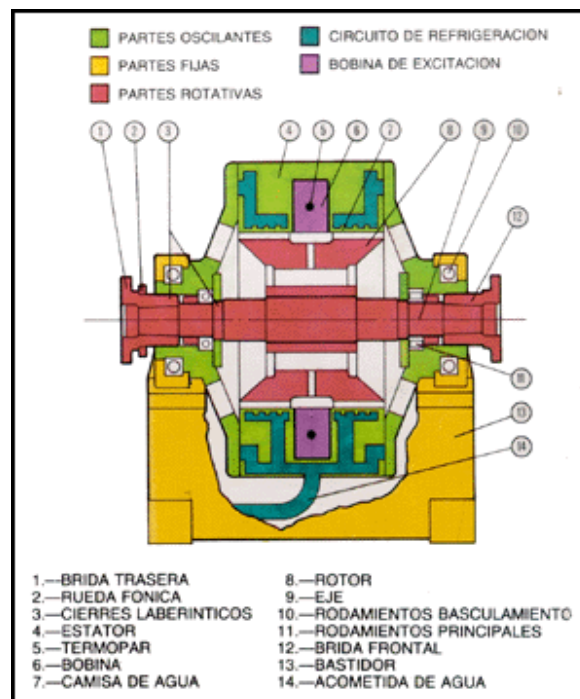


Figura 5.1- Corte freno eléctrico

## 5.2 Cálculo y verificación de potencia

La potencia transmitida por el freno, o lo que es lo mismo, la potencia o par que es capaz de frenar, se obtiene de la Tabla 4.1, la cuál se obtiene experimentalmente calculando el par mediante una célula de carga que calcula la fuerza que esta ejerciendo el freno en cada momento.

Se obtiene un valor máximo de 400 Nm a una velocidad de 3.220rpm, a partir de la cuál se mantiene constante hasta 10.000 rpm. Este valor límite lo marca la velocidad máxima de giro de los rodamientos. De esta manera se obtiene una potencia:

$$P = M \cdot \omega \quad (5)$$

$$P = 135.000 \text{ W} = 135 \text{ kW}$$

Siendo

$$\omega = 3.220 \cdot 2\pi/60 \text{ rad/s, y}$$

$$M = 400 \text{ Nm}$$

Como ya se ha dicho, las corrientes de Foucault disipan energía en forma de calor. Por lo tanto, no sería posible un correcto funcionamiento si el agua de refrigeración del freno no fuera capaz de absorber la misma potencia en forma de trabajo. Para su comprobación debe realizarse un balance energético entre la entrada y salida del agua de refrigeración, mediante el primer principio de la termodinámica:

$$E_{\text{entrada}} - E_{\text{salida}} = \Delta E_{\text{sistema}} \quad (6)$$

$$W = Q_{\text{entrada}} - Q_{\text{salida}}$$

$$\text{Siendo } Q = m \cdot c_p \cdot T. \quad (7)$$

$$C_p = 1875 \text{ J/kg.K}$$



Las camisas de agua del freno admiten un volumen de 2,5 litros, y el salto térmico del agua al pasar por el freno es de  $\Delta T=30^\circ$ , medido dicho valor mediante una sonda de temperatura Pt100 a la salida del agua como se puede observar en la Figura 6.9 (cable azul) y suponiendo una temperatura de entrada de  $25^\circ\text{C}$ . De esta manera se obtiene, aplicando la fórmula (6):

$$W = m \cdot c_p \cdot \Delta T = 2,5\text{kg} \cdot 1875 \text{ J/kgK} \cdot 30 = 140.625 \text{ W}$$

Queda demostrado por tanto, que las camisas de agua del freno (Figura 5.1) serán capaz de disipar en todos los puntos de funcionamiento el calor generado por las corrientes de Foucault.

Es por este motivo por el cuál las camisas de refrigeración son fundamentales en este tipo de freno, puesto que si no refrigerasen toda la potencia que se este alcanzando en cada instante de tiempo, el freno se calentaría en exceso y al no poder disipar ese calor, provocaría la dilatación del eje y el estator y generaría roces entre ellos, lo que en poco tiempo produciría que el freno se gripara.





### 5.3 Características generales

Las características generales del freno eléctrico se enumeran a continuación:

- Alta velocidad de giro, solo limitada por los rodamientos. Como se explico anteriormente, la velocidad máxima esta marcada por la velocidad límite de giro de los rodamientos.
- Funcionamiento idéntico en ambos sentidos de giro. Las características de las corrientes de Foucault son independientes del sentido de giro. A pesar de ello, puede decirse que la mayoría de los motores de combustión giran en sentido antihorario.
- Escaso par residual. La potencia absorbida en vacío es muy pequeña, por lo que se pueden probar motores en un rango amplio de potencia.
- El Rotor no debería desgastarse nunca. Si el caudal entrante de agua es adecuado y absorbe todo el calor generado por las corrientes parásitas, el rotor no dilatará nunca y por tanto nunca rozará, por lo tanto, el mantenimiento del freno se reduce a una limpieza eventual del circuito de agua o al cambio de rodamientos.

## 5.4 Características estructurales

El freno descrito a lo largo de este Proyecto tiene algunas ventajas desde un punto de vista estructural. Dichas características se han conseguido a lo largo del tiempo, entendiendo las necesidades del mismo experimentalmente. Dichas características son las siguientes:

- Camisas de refrigeración con dilatación libre: Las camisas no están soldadas, sino atornilladas en un solo lado, lo que permite su libre dilatación térmica sin originar tensiones. Las camisas se desmontan con facilidad para su limpieza.
- Circuito de agua de refrigeración cerrado, con el objetivo de evitar la corrosión.
- Soportación del eje deslizante y altas cargas radiales: La soportación del eje en rodillo en la toma de fuerza principal, permite la dilatación libre del eje, y la absorción de grandes cargas radiales, tolerando mayor desequilibrio en la transmisión al motor. Este es el motivo por el cuál, los rodamientos de balanceo antes descritos, son de rodillos en la parte enfrentada al motor térmico, y de bolas en la parte trasera.
- Bobina de alta resistencia térmica y con sensor: Permite mayor tolerancia a los sobrecalentamientos producidos por eventuales fallos de refrigeración. La clase de aislamiento es H (Anexo 4). La bobina, además, lleva incorporado un termopar que permite la desconexión automática del freno si se alcanzase una temperatura inadmisible.



## 5.5 Seguridades

Como se ha dicho en este apartado del Proyecto, el freno eléctrico tiene un inconveniente, y es la exigencia de la refrigeración cuando quiere utilizarse con altas cargas, cercanas a su límite de utilización. Esta es la razón de que aparezca la necesidad de instalar algunos detectores de valores que marcan ese posible fallo. Los posibles problemas y sensor de medida son los siguientes:

- Baja caudal de agua. Se mide con un sensor de caudal. Cuando es menos del esperado, el sistema debe pararse para encontrar el motivo de ese bajo caudal. (Imagen 6.9)
- Alta temperatura del agua. Se mide con una sonda Pt100 y si la temperatura es muy alta el sistema también debe pararse.
- Alta temperatura de la bobina. Mediante la sonda de temperatura descrita en el punto anterior se podrá vigilar este valor.

## 5.6 Regulación

La unidad de regulación del freno recibe información de la velocidad de giro a través de los impulsos del captador magnético, colocado en la brida trasera del freno y enfrentado a ella. Dicha brida suele ser llamada brida fónica y consta de 60 dientes. El captador magnético mide impulsos, de manera que una vuelta equivale a 60 impulsos. Por lo tanto se obtiene que:

$$60 \text{ impulsos/vuelta} / X \text{ impulsos/minuto} = X \text{ vueltas/s} = [\text{Hz}] \quad (8)$$

Sabiendo la velocidad real a la que está girando el eje, se podrá regular el freno a velocidad constante ( $n$  cte), y el propio sistema estará programado para realimentar la bobina para adecuar el movimiento a la velocidad seleccionada.

Esta es una de las maneras de sacar la curva Par- Velocidad del motor que se está probando, porque a medida que se acelere el motor, el Freno lo estará reteniendo a la velocidad seleccionada, y el par, calculado en la célula de carga, en consecuencia irá aumentando.

Se puede regular el freno excitando la bobina siempre con intensidades constantes ( $I$  cte), de manera que se obtienen curvas casi planas (aproximadamente  $M$  cte.)

Existe la posibilidad de regular el freno excitando la bobina de manera que genere siempre un par constante en el propio Freno ( $M$  cte). Por consiguiente la bobina se irá retroalimentando en tiempo real y el resultado será la obtención de la curva Par-Velocidad del motor térmico, siendo en este caso la velocidad el parámetro que el freno irá variando para adecuarse al par que desea ejercer, puesto que el par frenante siempre será el mismo. Se estudiará esta regulación más en profundidad en el apartado 6.8.



## 5.7 Instrumentación

En todo ensayo de motores, es imprescindible una medición del par, de las revoluciones y de la potencia que están teniendo lugar en cada momento del ensayo. Por lo tanto se hacen necesarios contar con los siguientes elementos de medida:

- Medida de par: mediante célula de carga extensiométrica de 250 kg.
- Medida de rpm: Mediante captador magnético y rueda fónica
- Medida de potencia: Mediante la medición de par y rpm se obtiene la potencia del sistema.



## **6. Descripción del Banco de Ensayos**



## 6. Descripción del Banco de Ensayos

En este apartado del proyecto se describe la solución al problema propuesta y se describen cada uno de los componentes que lo componen.

### 6.1 Visión general

A continuación se muestra el esquema general de la instalación propuesta como solución al problema propuesto en este proyecto.

El esquema esta dividido en los siguientes bloques principales:

- Bancada general, compuesta principalmente por el freno y el motor a prueba.
- Consola de control A1. Encargado de centralizar toda la información procedente del banco de ensayos, tales como curva par-velocidad, temperaturas, presiones, par, régimen. Así mismo, envía las señales de consigna al banco para realizar la prueba deseada. Físicamente, dicho pupitre se encontrará fuera de la celda de ensayos y de esta manera nunca será necesario que ninguna persona se encuentre dentro de esta cuando se este efectuando un ensayo.
- Caja de sensores A2. Centraliza todas las señales provenientes del motor, como son las presiones y temperatura. Por seguridad tiene una seta de parada de emergencia, para en caso de necesidad poder parar el sistema instantáneamente desde ese punto, el cuál si está situado dentro de la celda de ensayos.
- Caja de freno A3. Recibe las señales de par y régimen provenientes del freno y las manda a la consola de control A1. Así mismo manda al freno las señales de consigna que le llegan desde la misma consola de control A1.

Dicha señal de consigna será un valor de intensidad de excitación para la bobina, en función de cuanta carga se quiera frenar.

- Caja de motor A4. Recibe las órdenes desde la consola de control A1 y se las envía al motor. Dichas señales serán arranque, acelerador de gases y parada.

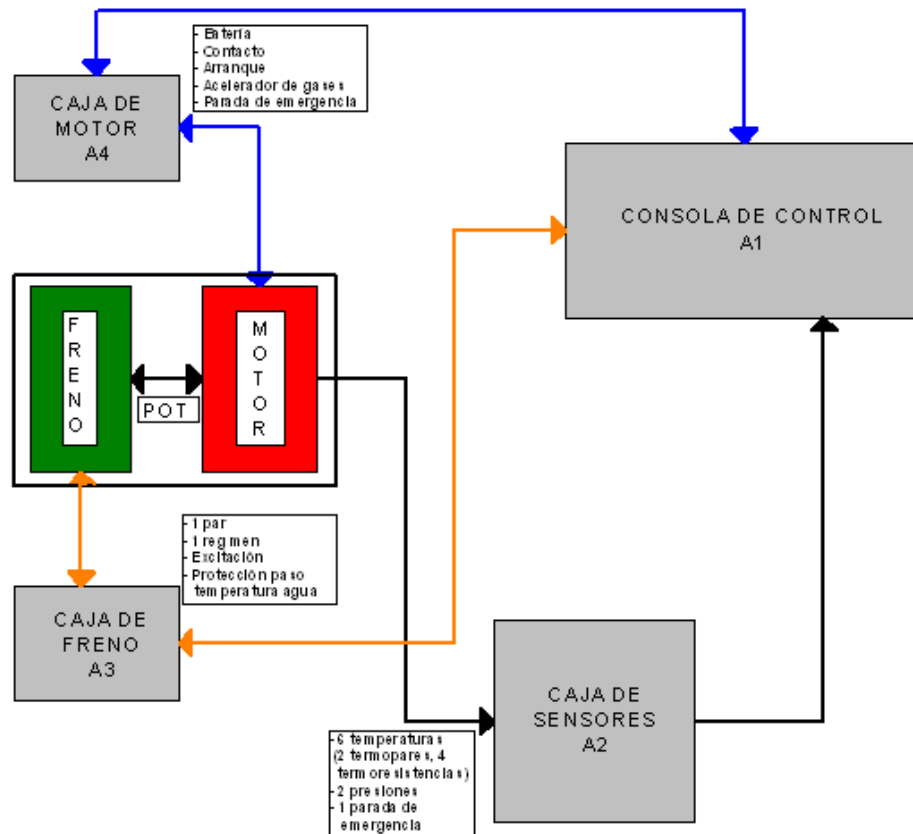


Figura 6.1- Esquema general del Banco de Ensayo



## 6.2 Elementos del Banco de Ensayos

Los elementos que forman parte del banco de ensayos, necesarios para probar los motores térmicos descritos con anterioridad son los que a continuación se muestran:

- Bancada general metálica de perfiles laminados electro soldados, con subbancada para alojamiento de freno eléctrico y bancada universal regulable en los tres ejes del espacio, para soportación del motor. Imprimación fosfatante y protección con pintura de alta resistencia. Soportación sobre antivibrantes de neopreno sin obra civil.



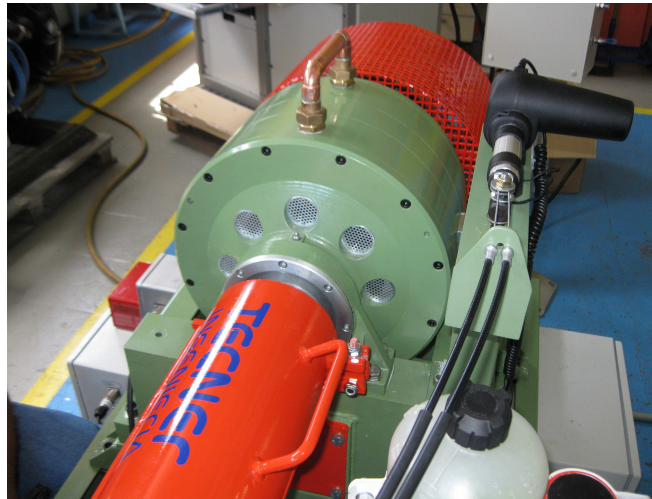
**Figura 6.2- Bancada general**

- Soportes para acelerador y aceite/agua.



**Figura 6.3- Soportes acelerador y Soportes de agua y aceite**

- Freno dinamométrico eléctrico de corrientes de Foucault (Eddy-currents), marca Tecner mod. E-135, de 135 kW a 10.000 r.p.m. Par máximo 400 Nm., incluyendo unidad electrónica de parámetros fundamentales (Par y Régimen)



**Figura 6.4- Freno eléctrico 135kW**

- Medidor de consumo de combustible, tipo área variable (rotámetro), con válvula de seccionamiento. Depósito de 40 l. para combustible. Elementos para la red de combustible.
- Lectura de parámetros complementarios, con 6 canales de termometría y 2 canales de presión. Para las Temperaturas se utilizan 4 sondas Pt-100 de rango 0 a 200°C y 2 Termopares tipo K de rango 0 a 1000°C. Para las presiones se usarán 2 captadores electrónicos piezorresistivos de 0 a 25bar.



**Figura 6.5- Termopar tipo K**

- Sistema de arranque con batería de 12 V y cargador.



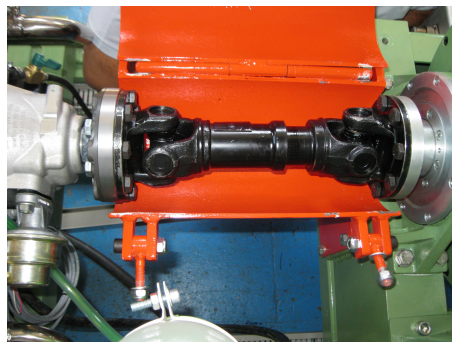
**Figura 6.6- Batería 12V**

- Sistema de arranque desde freno Tipo Bendix compuesto por corona dentada motor eléctrico 12V CC tipo Bendix y soporte para montaje según sentido de giro. Protección incluida.



**Figura 6.7- Sistema de arranque Bendix (con protección)**

- Transmisión freno-motor y protección metálica.[7]



**Figura 6.8- Transmisión Cardan**

- En cuanto a los resultados y registro de datos, así como el control de mismo se emplearán las llamadas Consola de Control A1, Caja de sensores A2, Caja de Freno A3 y Caja Motor A4, las cuales serán descritas más en profundidad en los apartados posteriores de este proyecto.
- Por último, como se describirá más a fondo en el apartado 6.9, será necesario un sistema informático, para poder obtener todos esos resultados y registrarlos. Para ello, se utilizará un sistema informático, incluyendo pantalla, teclado, ratón. Además, será necesario el uso de un software específico para Bancos de Ensayos, programado mediante Labview.

## 6.3 Descripción de la solución

El Banco de Ensayos del presente documento consta de los elementos descritos en el apartado 7.1. En este apartado se describirán los concernientes a la parte estructural del mismo, y en los siguientes se describirán los elementos de control, llamados Consola de Control A1, Caja de Sensores A2, Caja de Freno A3 y Caja de Motor A4.

Atendiendo a la curva Par- Velocidad del Freno de la Tabla 5.1, se observa que será posible ensayar motores hasta 135kW. Su par máximo es de 400Nm, siendo su régimen máximo de giro de 10.000 r.p.m, marcado por los rodamientos. De este modo se comprueba que el freno eléctrico cubre las necesidades de los motores que se desean probar, incluidos en el Anexo 2.

En cuanto a la parte estructural, la bancada principal estará constituida por una estructura formada de perfiles laminados y soldados. Podemos observar los planos constructivos de todos los elementos en el Anexo 1.

Las Características y Condiciones Generales de la Instalación son las siguientes:

- **Dimensiones Exteriores** máximas del Banco (Largo x Alto x Ancho):  
2,5 x 0,8 x 0,8 m
- **Freno dinamométrico eléctrico**  
Potencia máx.: 135kW  
Par máx.: 400Nm  
Velocidad máx.: 10.000r.p.m.
- **Instrumentación**  
Medidas del equipo básico: 1 Régimen  
1 Par  
2 Presiones





6 Temperaturas

1 Caudal

- **Servicios auxiliares necesarios**

Acometida eléctrica:

Tensión: 220 V

Frecuencia: 50Hz

Potencia: 5500 VA

Acometida de agua para el dinamofreno:

Caudal 25 m<sup>3</sup>/h

Presión máx. 2 bar (2 m de altura)

Temp. Máxima 25°C (T° ambiente)

El freno eléctrico, como se explico a lo largo de este Proyecto, está fundamentado en las corrientes parásitas de Foucault. Deberá estar ubicado a un lado de la bancada principal, para dejar sitio en el resto de la bancada a los demás elementos antes descritos, fundamentalmente al motor térmico a prueba.

Respecto al freno, un sistema de balanceo permite medir el par del motor, por la reacción del freno sobre una célula de carga extensiométrico de 250kg. Dicha fuerza medida en la célula, multiplicado por la distancia al centro de rotación del freno, permitirá calcular fácilmente el par que el freno está ejerciendo sobre el motor.

Para medir la velocidad, es necesaria la utilización del captador magnético previamente descrito, el cual permitirá mediante su medición, tener un valor de la velocidad a la que está girando el eje.

El freno será regulado a través de una unidad de regulación y permitirá 3 modos distintos de regulación como se explicará en el apartado 7.8. Estos serán  $n=cte$ ,  $M=cte$  e  $I cte$ .

La bancada esta diseñada de manera que conste de cuatro carriles transversales que se deslizan longitudinalmente sobre la bancada general. Dos de ellos cuentan con cuatro husillos, con lo que se consigue una regulación mecánica para la adaptación en altura en sus tres ejes del espacio. Los otros dos carriles transversales cuentan con cuatro soportes antivibrantes para la sujeción del motor.

La subbancada del freno es fija. En ella, se posiciona en altura y centrado del eje del Freno Eléctrico.

Una vez descrita la situación del banco y las seguridades principales que siempre se han de tener en cuenta para ponerlo en marcha, se describirán los elementos añadidos usados para las operaciones que a continuación también se describen.

El Banco incorpora un sistema de arranque para pequeños motores que no incorporen arranque eléctrico. (Imagen 6.7). Consta de un motor eléctrico tipo Bendix y una corona asociada a la brida trasera del freno. Es posible invertir el sentido de giro, posicionando el motor, en la parte opuesta de su soporte. Los planos de este sistema también forman parte del Anexo 1.

La unión del freno con el motor, se realiza mediante un eje con doble cardan, extensible, equilibrado dinámicamente y eje estriado. Este eje de unión, esta protegido contra accidentes del personal de servicio, por mediación de una envolvente metálica construida en chapa de 5mm (Imagen 6.8).

Para actuar sobre el mando de gases del motor, se incluye un actuador electromecánico con salida flexible por cable (Imagen 6.2). El soporte de dicho acelerador también forma parte de los planos constructivos del Anexo 1. Como curiosidad, el acelerador del freno funciona al revés que el acelerador de un coche, es decir, tirar del cable del acelerador de un avión significa reducir la cantidad de mezcla que entra en los pistones, en definitiva acelerar menos. El motivo es que en caso de fallo

ó rotura del cable o algún suceso inesperado, el acelerador debe irse al máximo, para asegurar que el avión no se para en mitad de un vuelo. En un coche ocurre lo contrario, el coche sin acelerar se quedaría en ralentí.

Para evitar fallos en el freno y asegurar un funcionamiento óptimo del banco de ensayos en funcionamiento, se consideran necesarios los siguientes sistemas auxiliares: medidor de caudal y sonda de temperatura para controlar la temperatura del agua de salida de refrigeración.

En primer lugar, un sistema de medida de caudal de agua. En el equipo se tendrá que instalar un caudalímetro en la toma de salida de agua del freno con visualizador óptico y detector de caudal mínimo. Si el caudal de salida no es el esperado, significará que el freno esta perdiendo agua de alguna manera, por lo tanto no estará refrigerando correctamente y podría griparse.



**Figura 6.9- Sensor de caudal y sonda de temperatura**



El caudal de agua debe ser tal, que la temperatura de agua de salida del freno, no supere nunca 60°C. Por este motivo en un punto a la salida de agua del freno, se instala una sonda Pt100 con alarma. De esta manera vigilamos esta temperatura.

Por otro lado, es interesante que el Banco de Ensayos incluya un equipo para obtención del Diagrama Indicado Pv-Pα. Compuesto por Bujía instrumentada con sensor piezoeléctrico y encoder con detección de PMS (paso por cero). Dicha bujía instrumentada mide la presión en la cámara y mediante las dimensiones del motor, es este caso de sus cilindros, se podrá obtener también el volumen. Por lo tanto se podrá obtener la relación entre la presión y el volumen en función del ángulo del cigüeñal. Es aconsejable sustituir la bujía instrumentada por la bujía estándar, cuando no se este utilizando este sistema. De esta manera, se protege el sensor piezoeléctrico, que es muy sensible y costoso.

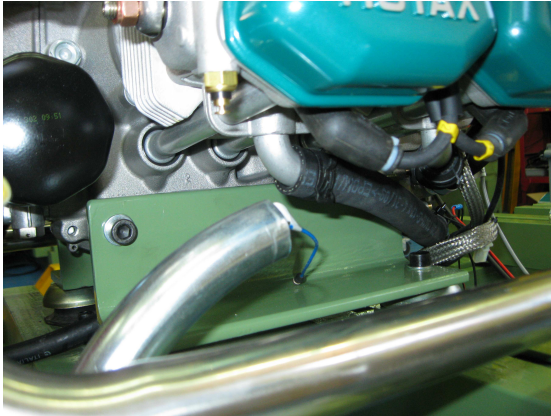


Figura 6.10- Ubicación Bujía instrumentada para Pv-Pa

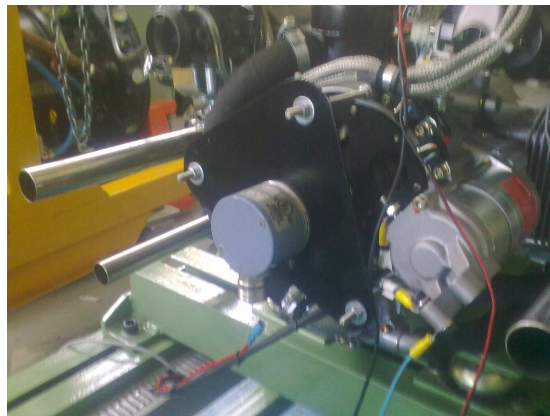


Figura 6.11- Ubicación Bujía instrumentada para Pv-Pa

Una vez descrita la solución y todos los elementos de los que consta el Banco, siempre es importante tener en cuenta alguna medida de seguridad, propia de cualquier banco de ensayos.



Respecto al depósito de combustible, debe instalarse fuera de la celda de ensayos según normativa, aconsejando su instalación en un lugar a la intemperie, poco transitado y en un recinto de protección. En cualquier caso la instalación de combustible debe cumplir la normativa general vigente y las normas particulares del centro donde se instale. Deberá constar de una llave de paso en la salida del depósito y otra en el interior de la celda. Ambas llaves deben ser cerradas cuando no se esté realizando el ensayo.

Los gases de escape provenientes del motor deberán ser canalizados al exterior directamente mediante tubería flexible y rígida. Siempre es conveniente contar con tramos de tubería flexible puesto que no todos los motores tienen las dimensiones, y por lo tanto, con este tipo de tubería se asegura su adaptación a todos los casos.

La celda debe disponer de ventiladores para garantizar la renovación del aire y evacuar el calor generado por radiación.

El banco debe instalarse en una celda de ensayos o recinto cerrado, de manera que pueda garantizarse que no haya personas en el interior del mismo durante los ensayos. Por ese motivo, el equipo está preparado para realizar todas las maniobras desde el pupitre central (consola de control A1)

El sistema incorpora una entrada para un microswitch instalable en la puerta de acceso a la celda, que impedirá el arranque del motor, o producirá la parada del mismo, si la puerta es abierta.

Se aconseja, no entrar en la celda de ensayos inmediatamente después de realizada la prueba, ya que aun habrá sistemas con fluidos y partes calientes y/o bajo presión.

## 6.4 Consola de control A1

La consola de Control A1 está formada por un Chasis normalizado en rack de 19" con una altura de 12U cada uno de los 4 cuerpos de los que componen la estructura. En el se alojan, frontalmente, los siguientes elementos en orden de posición:

- Monitor TFT 19" en cuerpo superior izquierdo de la consola.
- Ordenador sobre bandeja telescópica extensible en cuerpo inferior izquierdo de la consola
- Interruptor General
- Chapa ciega de 12U de altura en el cuerpo inferior derecho de la consola
- Impresora
- En el interior se alojarán los interfaces de cableado y comunicación entre los sensores, sistemas de mando y control y las tarjetas de adquisición de datos.



**Figura 6.12- Consola de control A1**

## 6.5 Caja de Sensores A2

La Caja de Sensores A2 se podrá situar delante de la bancada para poder interconectar los sensores de temperatura, presión y caudal en los puntos deseados de medida del motor.

Desde esta caja se realizan las siguientes conexiones:

- 2 TEMPERATURAS tipo Termopar K de 0 a 1000°C
- 4 TEMPERATURAS tipo Pt-100 de 0 a 200°C
- 2 PRESIONES de 0 a 25bar
- 1 contacto NC procedente de la PROTECCIÓN mecánica
- 1 PARADA DE EMERGENCIA

Se puede observar la caja de sensores A2 a la izquierda, y los laterales izquierdo y derecho con sus conectores para la toma de presiones y temperaturas, respectivamente.



**Figura 6.13- Caja de sensores A2. Vista central, izquierda y derecha**

## 6.6 Caja Freno A3

La Caja de Freno A3 se situará en la propia bancada del freno y englobará los sensores, excitaciones y protecciones relativas al Freno Eléctrico de 135kW.

Desde esta caja se realizan las siguientes conexiones:

- 1 Par mediante Célula de Carga de 250kg
- 1 Régimen mediante Captador Magnético enfrentado a rueda fónica de 60 dientes
- 1 Excitación de la Bobina de Freno Eléctrico
- 1 Protección para asegurar el constante Paso de agua hacia el freno
- 1 Protección para asegurar la adecuada Temperatura de agua del freno

Mediante un conector se une con la consola de control A1, para la recepción de datos tales como intensidad, velocidad y par, y así mismo para el control de la excitación del freno y demás parámetros del ensayo.



**Figura 6.14- Caja de freno A3**

## 6.7 Caja Motor A4

La Caja de Motor A4 se situará en la bancada principal, cercana a la ubicación del motor térmico a prueba, del actuador eléctrico del acelerador y sus límites, y de la propia batería del sistema.

Desde esta caja se realizan las siguientes conexiones, las cuales están interconectadas con la consola de control A1, donde se centraliza toda la información del banco:

- 1 alimentación de 12V de la Batería
- 1 cable hacia el motor térmico con la señal de Contacto
- 1 cable hacia el motor térmico con la señal de Arranque
- 1 alimentación de tensión DC simétrica para Acelerador de gases
- 1 señal con la Parada de emergencia
- 1 conector de cargador. Cable de alimentación al cargador de batería.



**Figura 6.15- Caja de motor A4**



## 6.8 Unidad de regulación Freno E-135

La unidad se encarga del control de la excitación del freno de corrientes de Foucault, para posibilitar la exploración de las curvas de par y potencia del motor bajo ensayo.

En su interior, el circuito de regulación de tipo PID ( Proporcional, Integral, Derivativo), compara la señal de referencia o consigna, proporcionada por el operador, a través de un potenciómetro multivuelta en el panel frontal, con la de velocidad, o de par, según haya sido seleccionada y entrega una salida conveniente para mantener el parámetro escogido constante, independientemente de otros factores.

Las características de funcionamiento del conjunto motor-freno dependen de las correspondientes curvas de par en función de las revoluciones. El funcionamiento será estable, cuando la curva de par frenante intersecte de forma favorable a la curva de par motor para un determinado régimen de giro.

Para permitir el ensayo de máquinas motrices con diferentes curvas de par y para cubrir todo el rango de curvas de motor con funcionamiento estable, se hace necesario el dotar al Freno Eléctrico de varios modos de regulación que originan otros tantos tipos de curvas de frenado.

Tal y como se explicó ya en este documento el par frenante disponible para un determinado número de revoluciones debe poder ser superior al par de ese motor, si no la conclusión será que Freno Eléctrico no es suficiente y será necesario optar por un freno de tamaño superior.



Los posibles modos de ensayo son los siguientes:

**n (Revoluciones Constantes):** El regulador es retroalimentado con una señal proporcional a la velocidad de giro del motor, y actúa sobre el freno para mantener las revoluciones constantes. La numeración del dial cuentavueltas coincide en tanto por ciento con la velocidad de giro del motor en r.p.m, de forma que girando el dial a izquierdas se aplica más carga al motor.

**M (Par Constante):** El regulador es retroalimentado con una señal proporcional al par ejercido por el motor, y actúa sobre el freno para mantener este valor constante. La numeración del dial corresponde con el par aplicado, de forma que, girando el potenciómetro a derechas se aplica más carga al motor.

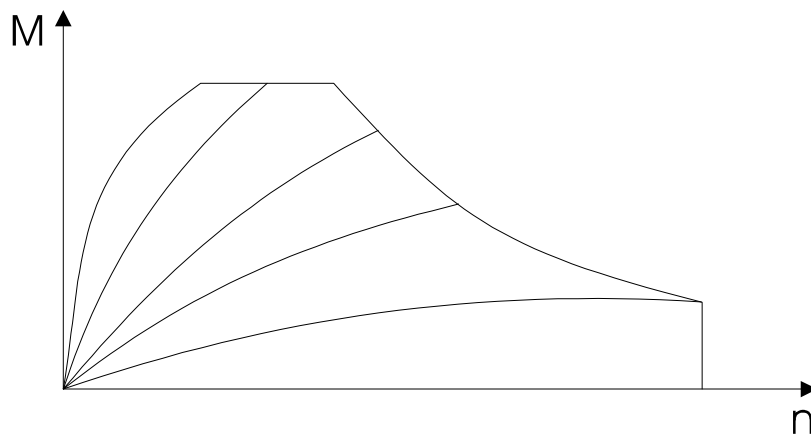
**∠ (Intensidad Constante):** El freno es excitado con una intensidad constante, independiente de cualquier otro parámetro, y proporcional a la posición del potenciómetro de control. El par de frenado es entonces proporcional a intensidad suministrada, siguiendo las curvas características de frenado en función de la velocidad del freno.



## MODO M

La intensidad de excitación es constante (independiente de las revoluciones) y regulable desde el potenciómetro de consigna.

La curva de par frenante es la característica natural del freno.



**Figura 6.16- Gráfica Modo M**

Es apropiada para el ensayo en régimen estable de motores eléctricos y térmicos alternativos con regulador de rpm.

En la mayoría de las aplicaciones, esta curva se comporta de forma similar a la par constante, ya que es prácticamente horizontal en el margen de pares bajos-medios, a altas revoluciones.

## MODO N CONSTANTE

En esta posición la excitación de la bobina es tal, que las revoluciones se mantienen constantes con gran exactitud, independientemente de la carga.

El número de revoluciones elegido se selecciona en el potenciómetro de consigna y debe observarse que el valor teórico nulo corresponde a 0 revoluciones. En esta posición, al intentar arrancar el motor, el freno accionará con el par máximo para reducir las revoluciones. Por tanto, al poner en marcha el motor hay que seleccionar un régimen de giro razonable en el potenciómetro.

Deben evitarse variaciones bruscas del potenciómetro, debido al comportamiento transitorio del regulador PID. Las curvas se observan a continuación.

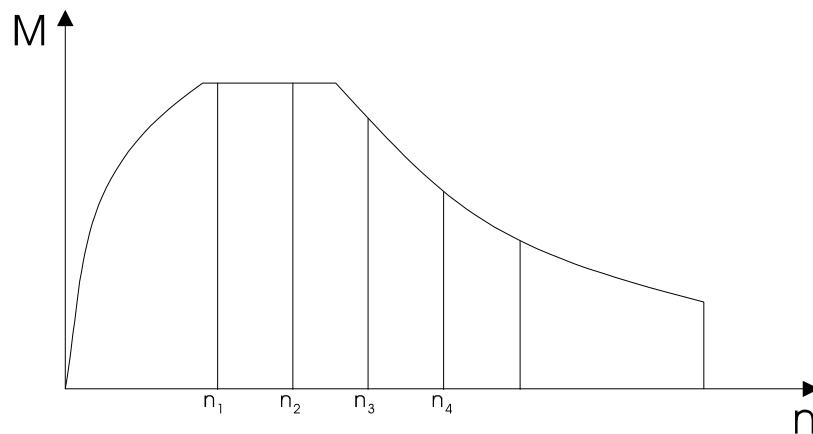


Figura 6.17- Gráfica Modo n constante

## MODO M CONSTANTE

La unidad de excitación está retro alimentada con el valor del par (célula de carga), para conseguir un valor constante del mismo independientemente del régimen de giro.

El potenciómetro de control selecciona el par de funcionamiento.

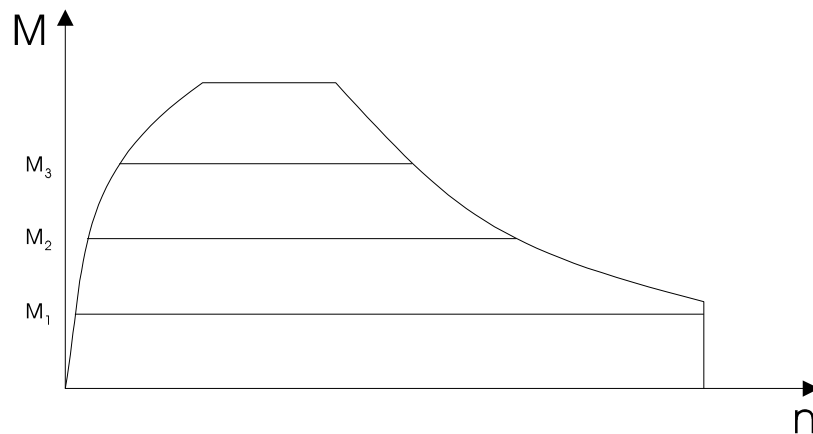


Figura 6.18- Gráfica Modo M constante



Es importante que bajo ningún concepto se debe dejar seleccionado el modo m cte. a motor parado, o el modo n cte. y el potenciómetro al mínimo.

La razón de no seleccionar el modo M constante a motor parado es la siguiente, si el mando de carga no está en la posición cero, el regulador intentará buscar el par que tiene seleccionado, excitando el freno, como el motor no gira, no hay par alguno, por lo que el regulador llevara la excitación hasta el máximo en pocos segundos con riesgo de calentamiento del freno, y por tanto se producirá una avería.

La razón no seleccionar el modo N constante con el potenciómetro de control al mínimo es que, el regulador intentará conseguir velocidad cero, y se puede producir una avería por el mismo motivo al del párrafo anterior. Aunque el motor esté parado, es recomendable dejar el mando de control al máximo.

## 6.9 Sistema informático

El sistema informático mínimo que debe ser usado con un banco de ensayos de este tipo estará formado por los siguientes elementos:

- Ordenador Pentium IV de sobremesa (montado sobre bandeja telescópica extensible). Tarjeta de Adquisición de Datos para el registro de todos los datos obtenidos de cada ensayo.
- Monitor Color TFT sobre frontal del cuerpo superior izquierdo de Consola de Control A1.
- Teclado y Ratón.
- Impresora

En cuanto al Software que debe incorporar el Banco de Ensayos, debe ser tal que sea capaz de obtener y mostrar los resultados de los parámetros que se obtengan del ensayo. Debe ser capaz de realizar ensayos de potencia y obtener las curvas características, obtener diagramas de presión en función del ángulo del cigüeñal. También de ser capaz de mostrar en pantalla las temperaturas y presiones provenientes de las sondas.

Debe instalarse en la Consola de Control A1, desde donde es controlada toda la instalación.

## 6.10 Propiedades de sondas de temperatura: Termopares y Termoresistencias

El banco de ensayos del presente proyecto necesita dos tipos de sondas termométricas para poder medir las distintas temperaturas que pueden resultar de interés en un ensayo de motores. Mediante la siguiente explicación se puede entender porque el uso de dos tipos distintos. [8]

Un termopar consiste en un circuito cerrado formado por dos hilos de distintos metales unidos por sus respectivos extremos, en el cuál aparece una pequeña corriente a partir de una diferencia de temperaturas en ambos extremos.

El fenómeno es resultado del tránsito de electrones entre las uniones de los dos metales a consecuencia de una energía, en este caso térmica, aplicada a una de ellas.

Las señales de salida son de muy bajo nivel, entre 0.002 a 80mV. La forma de transmitir esta señal a un sistema que las visualice y registre es mediante cables de compensación (hilos de los mismos metales que el termopar) o convirtiendo esta señal a una más grande.

Las termopares más usados son del tipo “ K “ y “ J “. Los del tipo “ S “ y “ R “ son adecuados para temperaturas muy elevadas (fusión del metal o vidrio), sin embargo tienen un precio elevado por contener platino. El tipo “ E “ puede usarse en vacío o ambientes inertes y el tipo “ T “ posee una elevada resistencia a la corrosión y es adecuado su uso en ambientes húmedos y para temperaturas bajas o medias.

La desventaja principal de estas sondas de temperatura es su error elevado en la medida, y la ventaja que los caracteriza respecto a las termoresistencias es su reducido tamaño, rapidez en la lectura y menor coste. Así mismo, sirven para medir temperaturas mas altas que con termoresistencias.

TIPO	TERMOPAR	INTERVALO DE MEDIDA	ERROR MAX. (clase 1)	ERROR MAX. (clase 2)	ERROR MAX. (clase 3)	RANGO DE USO
B	Platino 30% Rodio (+) Platino 6% Rodio (-)	600 ... 1700 °C	-----	± 1,5°C ± 0,25%	± 4 °C ± 0,5%	1.370 °C 1.700 °C
E	Cromel (NiCr) (+) Constantan (-)	-40 ... 800 °C	± 1,5 °C ± 0,4 %	± 2,5°C ± 0,75%	± 2,5°C ± 0,75%	95 °C 900 °C
J	Hierro (+) Constantan (-)	-40 ... 750 °C	± 1,5 °C ± 0,4 %	± 2,5°C ± 0,75 %	-----	95 °C 760 °C
K	Cromel (NiCr) (+) Alumel (Ni) (-)	-40 ... 1.200 °C	± 1,5 °C ± 0,4 %	± 2,5°C ± 0,75 %	± 2,5°C ± 1,5 %	95 °C 1.260 °C
R	Platino 13% Rodio (+) Platino (-)	0 ... 1.600 °C	± 1 °C	± 1,5 °C ± 0,25 %	-----	870 °C 1.450 °C
S	Platino 10% Rodio (+) Platino (-)	0 ... 1.600 °C	± 1 °C	± 1,5 °C ± 0,25 %	-----	980 °C 1.450 °C
T	Cobre (+) Constantan (-)	-200 ... 350 °C	± 0,5 °C ± 0,4 %	± 1 °C ± 0,75 %	± 1 °C ± 1,5 %	-200 °C 350 °C

**Tabla 6.1- Características de termopares (Norma IEC-584-1982)**

La medida de temperatura utilizando termoresistencias o sondas de resistencia depende de las características de resistencia en función de la temperatura del metal con el que se efectúa la medida.

Normalmente consisten en arrollamiento de hilo conductor muy fino bobinado entre capas de aislante y protegido con un revestimiento de vidrio o cerámica.

El platino es el material más adecuado desde el punto de vista de precisión y estabilidad. En general, la resistencia de platino usada en la industria tiene una resistencia de 100 ohm a 0°C. Se denominan Pt100 y son precisamente las que se usan en el proyecto de este banco de ensayos.

Los valores resistivos de la Pt100 varían en función de la temperatura, 0°C tiene un valor de 100 ohm. Cuando la temperatura aumenta, el valor de la resistencia aumenta y por debajo de cero su valor disminuye.

A diferencia de los termopares, las termoresistencias no generan ninguna tensión. Es necesario alimentar el sensor para poder obtener una señal eléctrica. La corriente eléctrica que pase debe ser limitada para no producir un auto calentamiento. Es muy importante también considerar la resistencia que introducen los cables de conexión, los cuales se suman al valor de la termoresistencia. Por este motivo es habitual en este tipo de sensores tener 3 cables de salida, unos de ellos para conocer la resistencia eléctrica de los cables y la instrumentación se encarga de restar al valor del sensor.

Su gran ventaja es su elevada precisión.

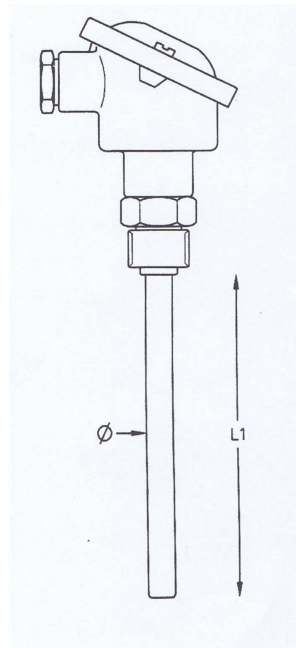
Temperatura °C	Valores básicos IEC751 ohm	Tolerancias para termoresistencias según IEC 751			
		Clase A		Clase B	
		Ohm	°C	Ohm	°C
-200	18,49	± 0,24	± 0,55	± 0,56	± 1,3
-100	60,25	± 0,14	± 0,35	± 0,32	± 0,8
0	100	± 0,06	± 0,15	± 0,12	± 0,3
100	138,50	± 0,13	± 0,35	± 0,3	± 0,8
200	175,84	± 0,2	± 0,55	± 0,48	± 1,3
300	212,02	± 0,27	± 0,75	± 0,64	± 1,8
400	247,04	± 0,33	± 0,95	± 0,79	± 2,3
500	280,90	± 0,38	± 1,15	± 0,93	± 2,8

**Tabla 6.2- Valores básicos y tolerancias para PT100 de platino**

De manera general, las sondas de medida o cañas pirométricas usadas en este banco de ensayos, así como en gran parte de la industria, están compuestas de 3 partes fundamentales:

- Cabezal de conexión (donde se efectúan las conexiones eléctricas)
- Vaina o caña (en su interior se aloja el sensor)
- Rosca (sistema de fijación al proceso)





**Figura 6.19-** Esquema general de una sonda de temperatura



## **7. Diseño. Planos constructivos**

## 7. Diseño. Planos Constructivos

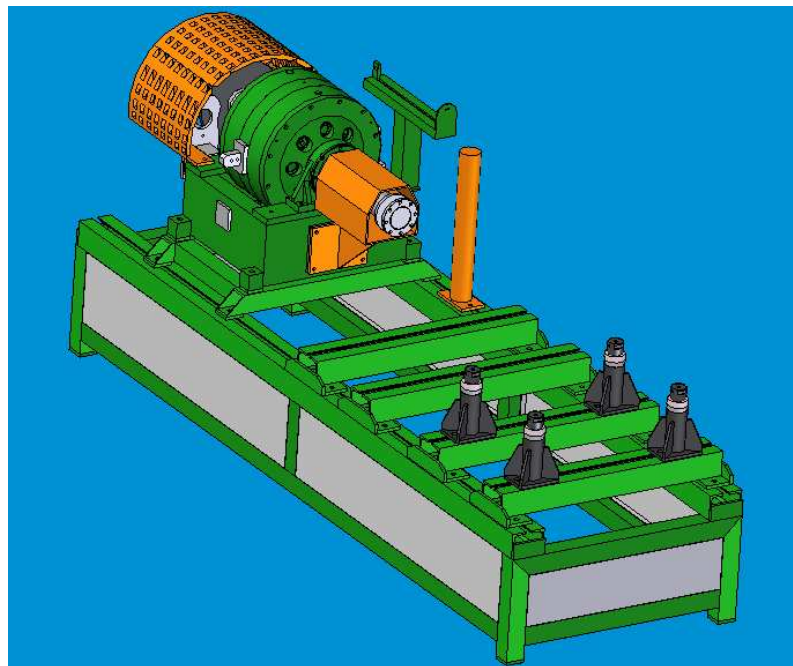
El diseño del Banco de Ensayos se realizó con el programa CAD Solid Edge. Una vez diseñado el Banco y comprobada la proporcionalidad del mismo, se procede a la realización de los planos constructivos, los cuales deben realizarse de cada elemento individual del banco.

Es fundamental que los planos se realicen de forma claramente entendible y por supuesto, las piezas que en primer lugar se diseñan en 3D para su visualización deben ser fabricables. Siempre que sea posible, se debe de buscar la fabricación de piezas lo más simples posibles y sabiendo como funcionan los procesos de torneado, fresado y soldado actualmente, se debe intentar hacer que sean lo más económicas posibles; esto se consigue mediante la búsqueda de fabricación de piezas con el menor cambio de herramientas posibles en la máquina usada e indicando únicamente las tolerancias necesarias en el mecanizado de las piezas. No todas las cotas de una pieza necesitan de la misma precisión.

Además, siempre que sea posible, se ha de intentar diseñar piezas que no requieran cambio de posición en la máquina de mecanizado. De esta manera se garantiza un mejor centrado y acabado de la pieza. Este aspecto es especialmente importante en piezas tales como bridas o ejes dentados, en los cuales es especialmente importante valores como la coaxialidad y concentricidad de los taladros, ya sean pasantes o roscados que lo componen.[9]

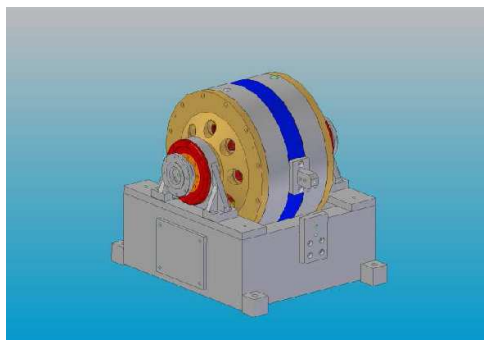
En el Anexo 1 se encuentran todos los planos constructivos relativos al banco de ensayos y vistos a lo largo de este proyecto.

La siguiente imagen muestra el resultado del diseño 3D del banco de ensayos, donde como es normal, no aparecen los elementos comerciales. Solo se dibujan aquellos elementos de los cuales posteriormente será necesario realizar los planos constructivos.



**Figura 7.1- Diseño 3D banco (1)**

Antes de llegar al resultado definitivo en 3D visto en la imagen anterior, se realiza un dibujo a escala del freno eléctrico, para situarlo en la bancada principal y poder ver que aspecto tendrá el banco cuando este construido.



**Figura 7.2- Diseño 3D Freno Eléctrico**



## 8. Conclusiones

## 8. Conclusiones

Llegados a este punto, estamos en disposición de resumir los resultados obtenidos de este documento.

El objetivo principal de este proyecto era el diseño de un Banco de Ensayos capacitado para probar motores de gasolina. Era necesario que la bancada se adaptara a las dimensiones de los motores que en él se deseaban probar y así se hizo, llegando a las dimensiones que aparecen en los planos constructivos de la Bancada principal.

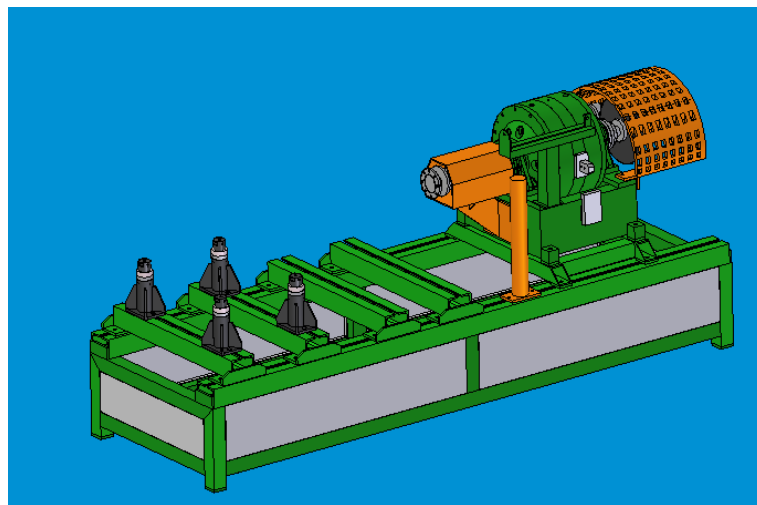
Así mismo, estructuralmente era necesario el diseño de los soportes que el resto de elementos ubicados en el banco necesitaban, como el agua, aceite y acelerador, puesto que en el Banco de Ensayos todo elemento debe ir bien sujeto. Se hicieron de este modo los diseños y planos de los elementos de sujeción, como se puede ver en el Anexo 1.

Otro de los objetivos marcados era hallar un modo de poder calcular la presión de los cilindros en función del ángulo del cigüeñal del motor, con el objetivo de poder obtener parámetros característicos en las distintas etapas del pistón, principalmente los parámetros que se alcanzan en la compresión. Este objetivo fue resuelto mediante la instalación de un encoder en el eje del motor, y una bujía instrumentada en uno de los cilindros.

En cuanto al fundamento teórico del Banco, se ha estudiado no solo el caso de este Proyecto, si no que también se han dado algunos ejemplos donde se utilizan, para demostrar que aunque en muchas ocasiones son indeseables, en otras ocasiones son el fundamento básico de funcionamiento.

Como conclusión final se debe mostrar el resultado final alcanzado con este Proyecto y comparar el diseño del mismo y la descripción previa del Proyecto con el resultado final.

El diseño previo del Banco de Ensayos comparado con el Banco final se muestra en las siguientes imágenes y demuestran que el diseño fue correcto:



**Figura 8.1- Diseño 3D del banco (2)**



**Figura 8.2-Vista general del Banco**



## **9. Trabajos futuros**





## 9. Trabajos Futuros

Una vez finalizado este proyecto y pensando en un posible proyecto similar en el futuro, sería recomendable desarrollar una de las siguientes ideas, con el fin de mejorar el actual:

- Descripción de la parte electrónica de cada caja de sensores y control que aparecen a lo largo de este proyecto.
- Rediseño de la estructura del Banco de Ensayos. Posibilidad de un cambio en su estructura con el fin de estudiar si es posible eliminar las cajas de sensores, la caja del motor y la del freno, y sustituirla por una única caja global. Tendrían que estudiarse las ventajas y desventajas.
- Rediseño del freno eléctrico y transformación el cuerpo cilíndrico en un cuerpo cuadrado. Se debería estudiar si se puede obtener, en un mismo tamaño, más potencia en esa otra configuración.



## 10. Referencias



## 10. Referencias

- [1] (<http://www.sidilab.com/>)
- [2] Física para la ciencia y la tecnología. Electricidad y magnetismo. Paul Allen Tipler, Ed. Gene Mosca.
- [3] Física para la ciencia y la tecnología. Electricidad y magnetismo. Paul Allen Tipler, Ed. Gene Mosca.
- [4] Electrotécnia, ciclos formativos. Peter Bastianv
- [5] <http://www.mastermagnets.com/content/view/52/lang,es/>
- [6] <http://www.tecner.com>
- [7] <http://www.iberocardan.com>
- [8] <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/medidores/sondas-de-temperatura.htm>
- [9] Máquinas. Prontuario. (Técnicas, Máquinas, Herramientas). N. Larburu. Ed. Paraninfo.



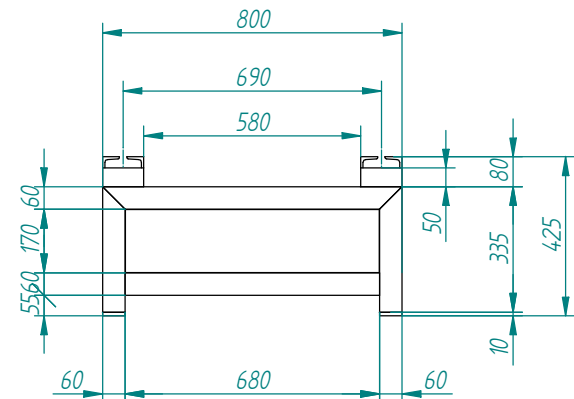
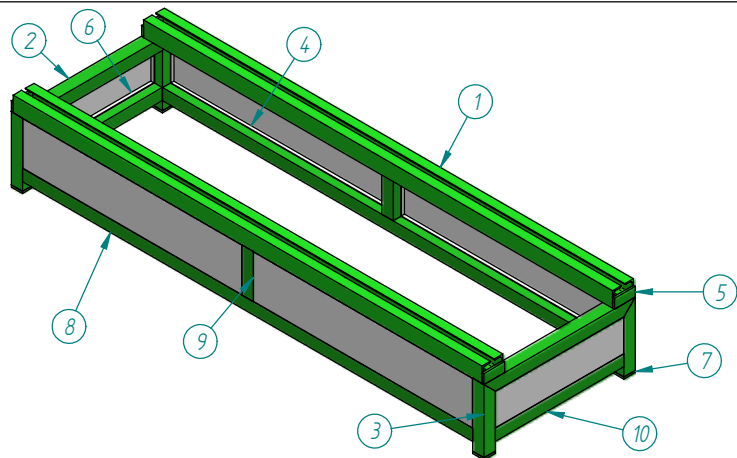
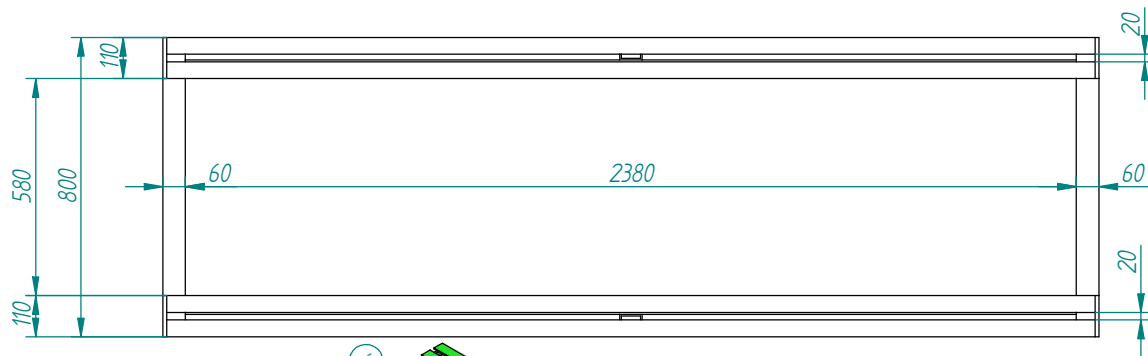
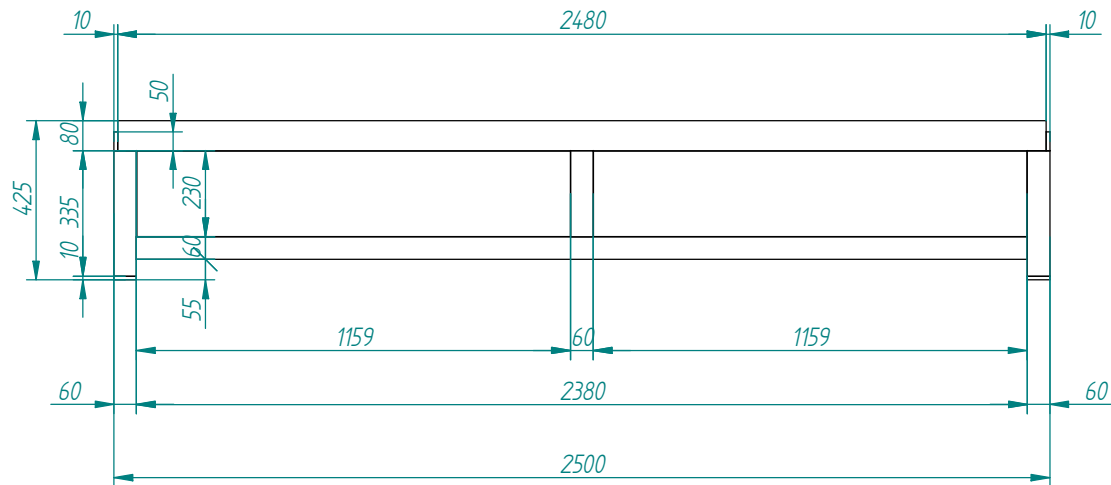


# ANEXOS



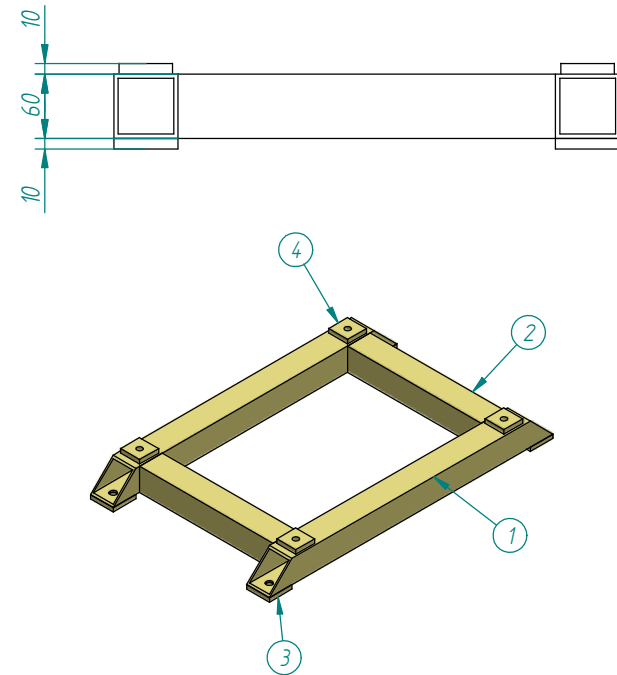
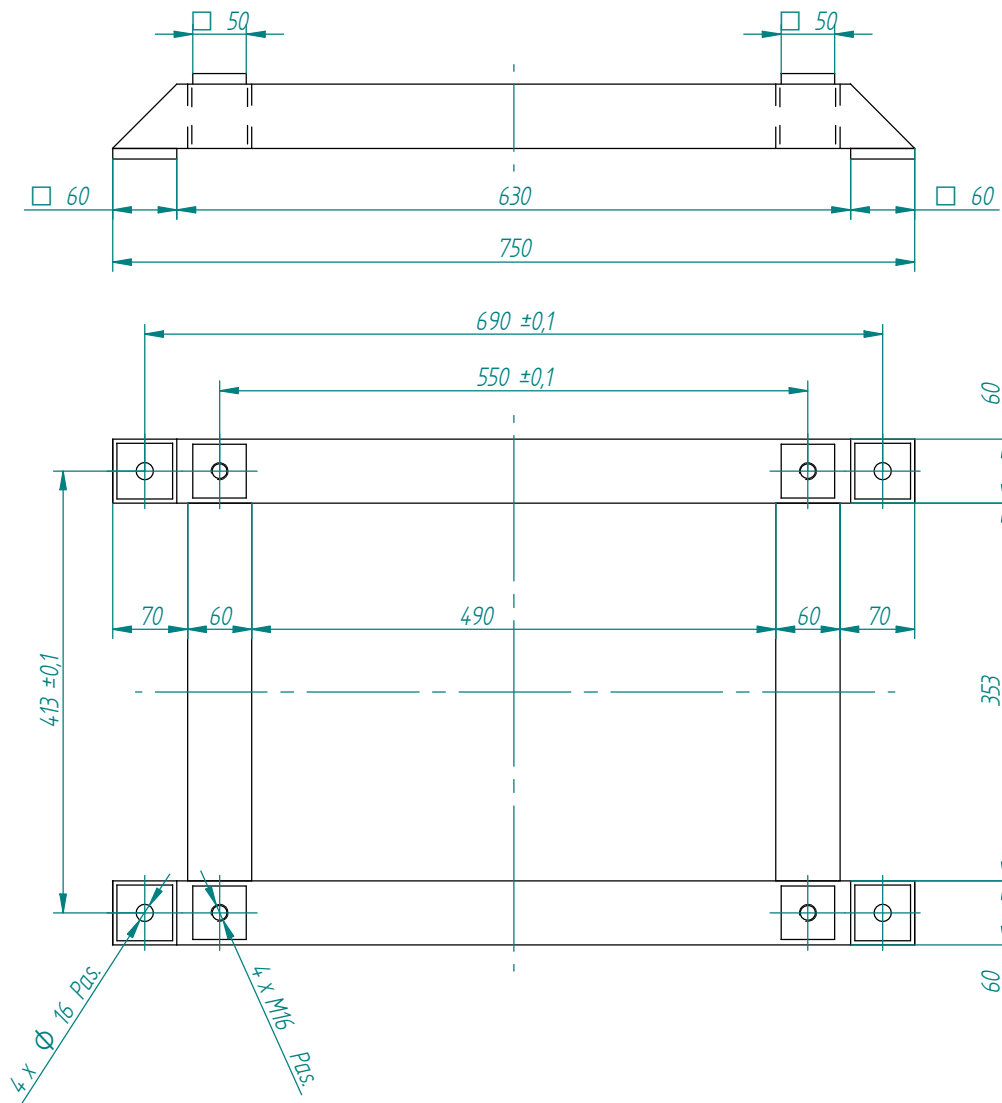
# ANEXO 1

## PLANOS CONSTRUCTIVOS



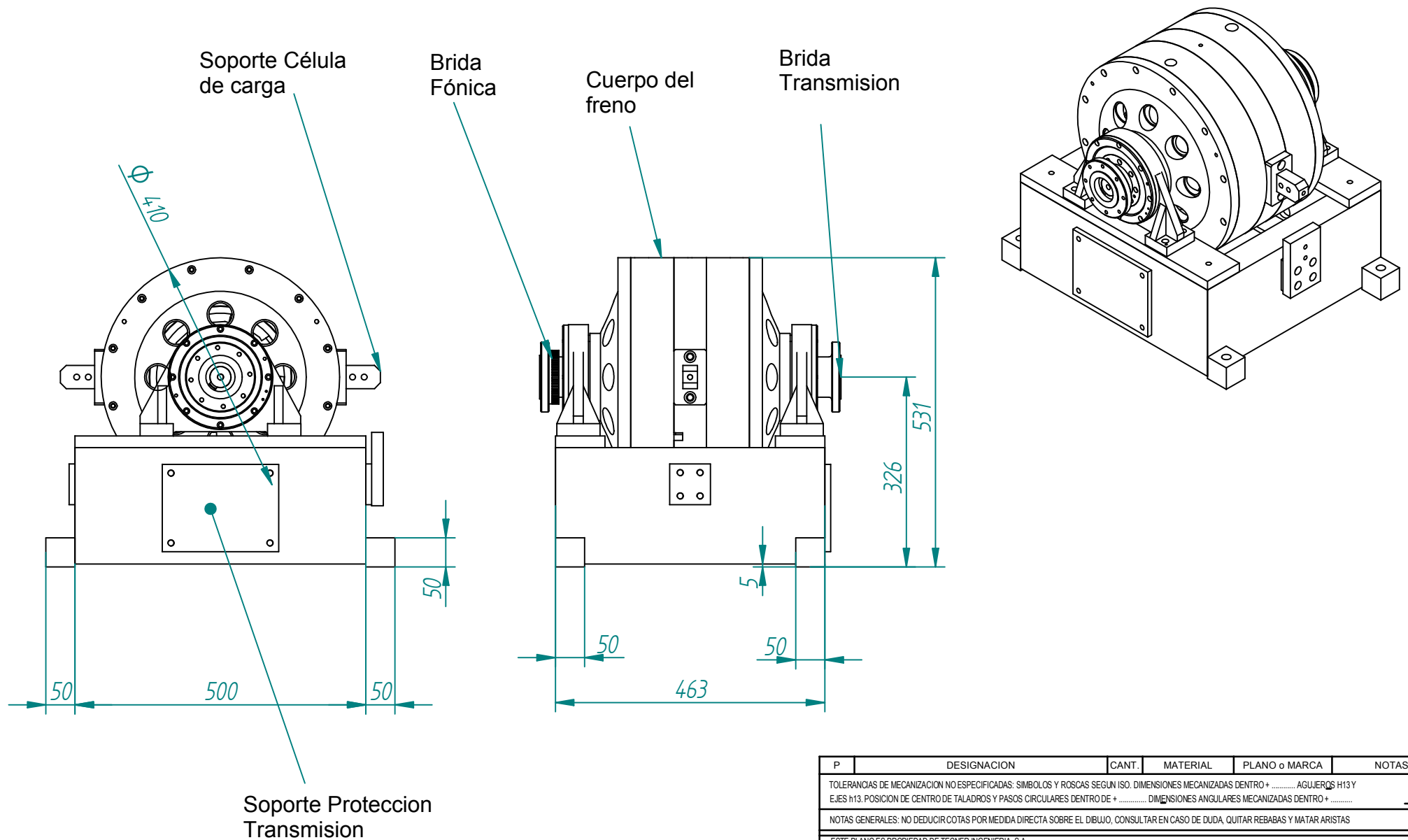
P	DESIGNACION	Ct	MATERIAL	NOTAS
1	upn80 L=2480	4		
2	Tubo 60x60x4 L=800 doble inglete	2		
3	Tubo 60x60x4 L=335 un inglete	4		
4	Bandeja 1157x228	4	CHAPA 3 mm	
5	Pletina 110x50x10	4		
6	Bandeja 678x168	2	CHAPA 3 mm	
7	Pletina 60x60x10	4		M12 en el centro
8	Tubo 60x60x4 L=2380	2		
9	Tubo 60x60x4 L=230	2		
10	Tubo 60x60x4 L=680	2		

P	DESIGNACION	CANT.	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
DIBUJADO Javier L.			APROBADO Carlos N		FECHA 15/04/2010
DENOMINACION Bancada General			PROYECTO BANCO UNIVERSAL MOTORES U-135		
			REFERENCIA 10.18.014		
			N° DE PLANO 01FE112-101		
			SUSTITUYE A:		

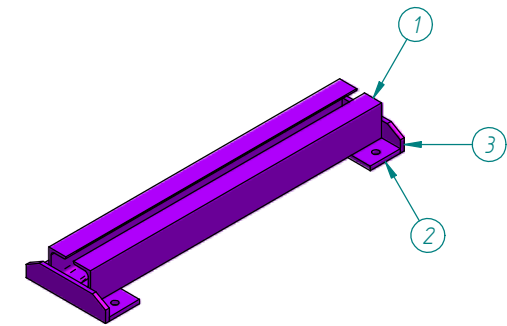
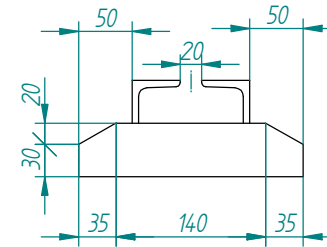
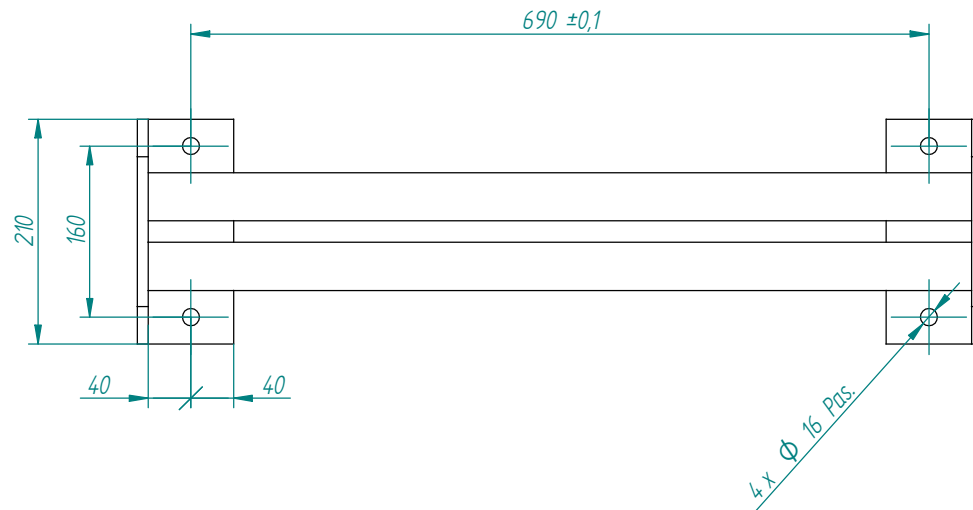
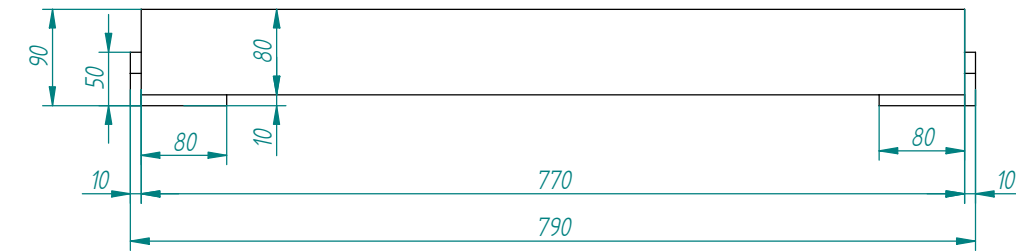


P	DESIGNACION	Ct	MATERIAL	NºPLANO	NOTAS
1	Tubo 60x60x4 L=750 doble inglete	2		01CE98 - 200	
2	Tubo 60x60x4 L=353	2		01CE98 - 200	
3	Pletina 60x60x10	4		01CE98 - 200	Taladros S/P
4	Pletina 50x50x10	4		01CE98 - 200	Taladros S/P
P	DESIGNACION	CANT.	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
				DENOMINACION	
				Subbancada Freno	
				PROYECTO	
				BANCO UNIVERSAL MOTORES U-135	
				REFERENCIA	
				10.18.014	
DIBUJADO	APROBADO	FECHA	ESCALA	Nº DE PLANO	SUSTITUYE A:
Javier L.	Carlos N	15/04/2010		01FE112-102	



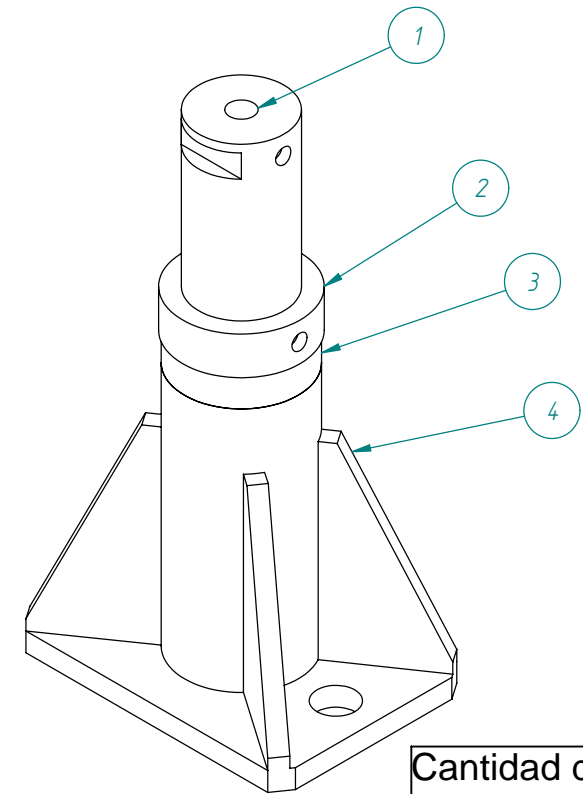
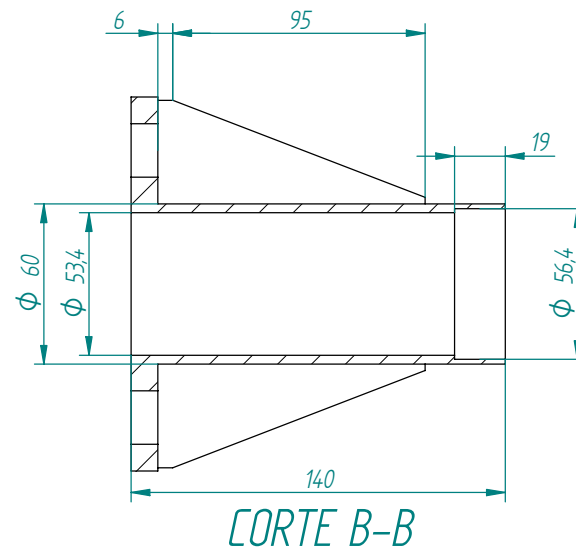
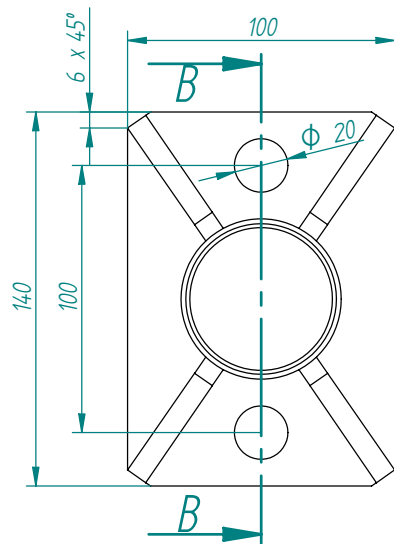


P	DESIGNACION	CANT.	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		DENOMINACION		PROYECTO	
		Dimensiones generales E-135		BANCO UNIVERSAL MOTORES U-135	
				REFERENCIA	
				10.18.014	
DIBUJADO	APROBADO	FECHA	ESCALA	Nº DE PLANO	SUSTITUYE A:
Javier L.	Carlos N	15/04/2010		01FE112-103	

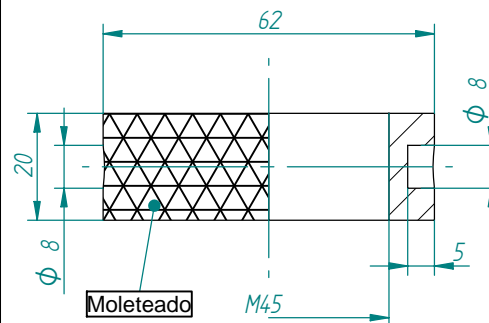
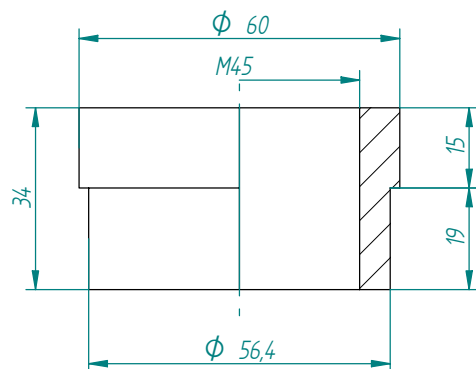
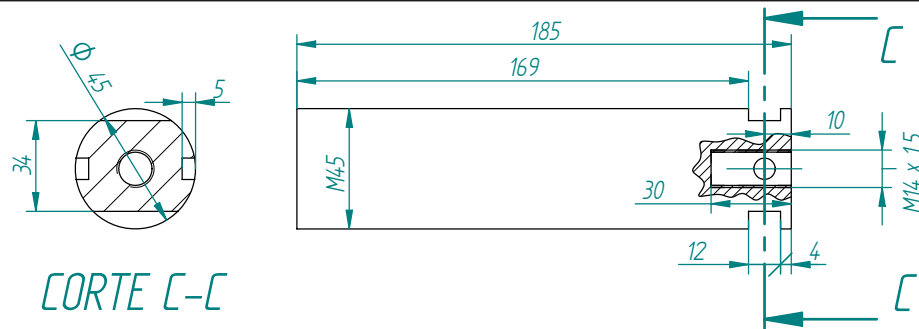


CANTIDAD 4

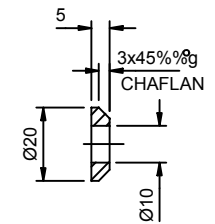
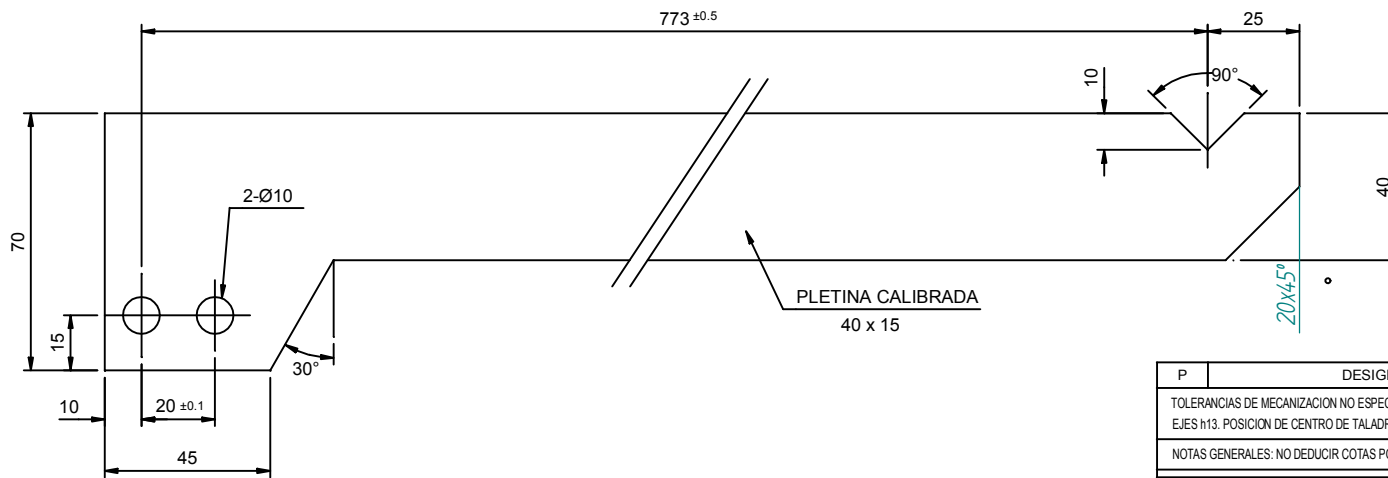
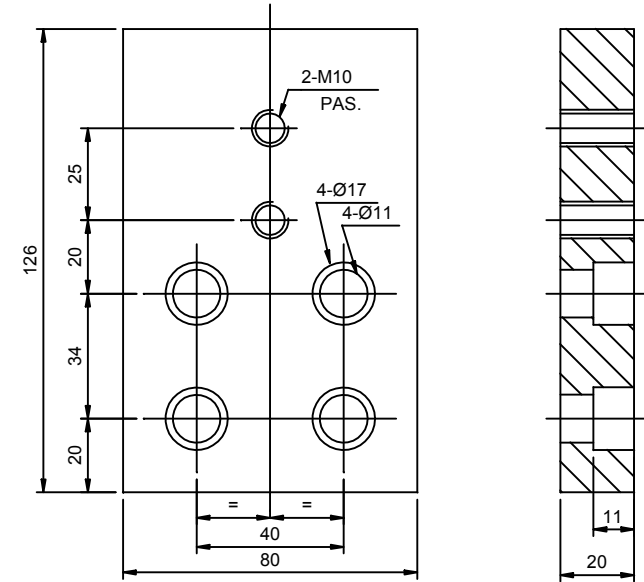
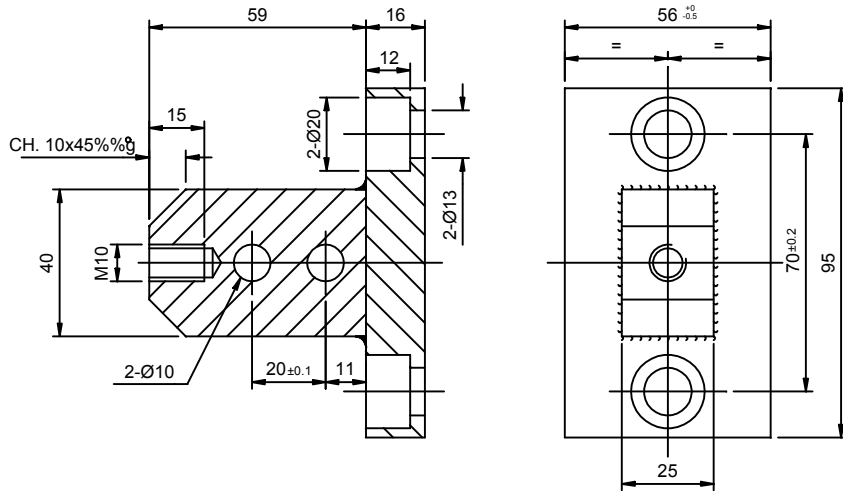
P	DESIGNACION	Ct	MATERIAL	NºPLANO	NOTAS
1	upn80 L=770	2		01CE98 - 300	
2	Pletina 210x80x10	2		01CE98 - 300	Taladros S/P
3	Pletina 210x50x10	2		01CE98 - 300	
P	DESIGNACION	CANT.	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		DENOMINACION		PROYECTO	
				BANCO UNIVERSAL MOTORES U-135	
				REFERENCIA	
				10.18.014	
DIBUJADO	APROBADO	FECHA	ESCALA	Nº DE PLANO	SUSTITUYE A:
Javier L.	Carlos N	15/04/2010		01FE112-104	




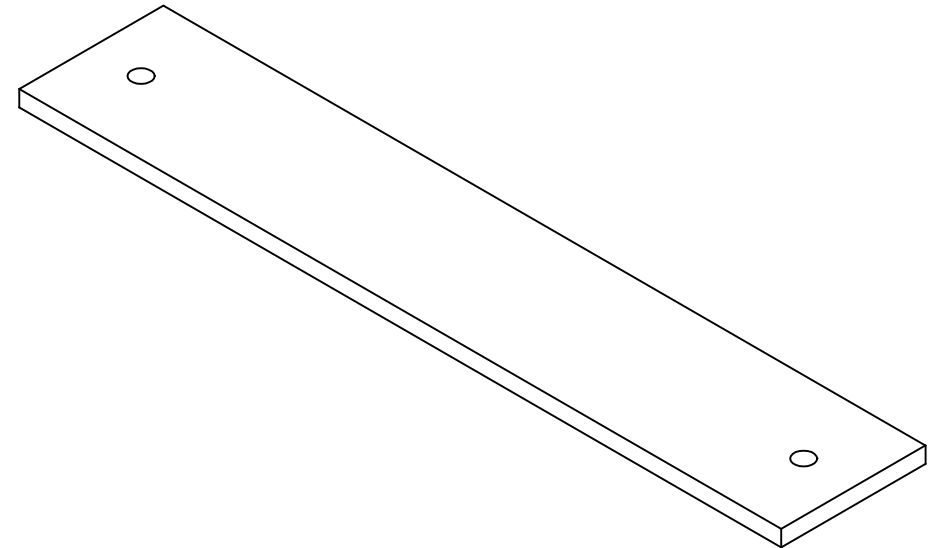
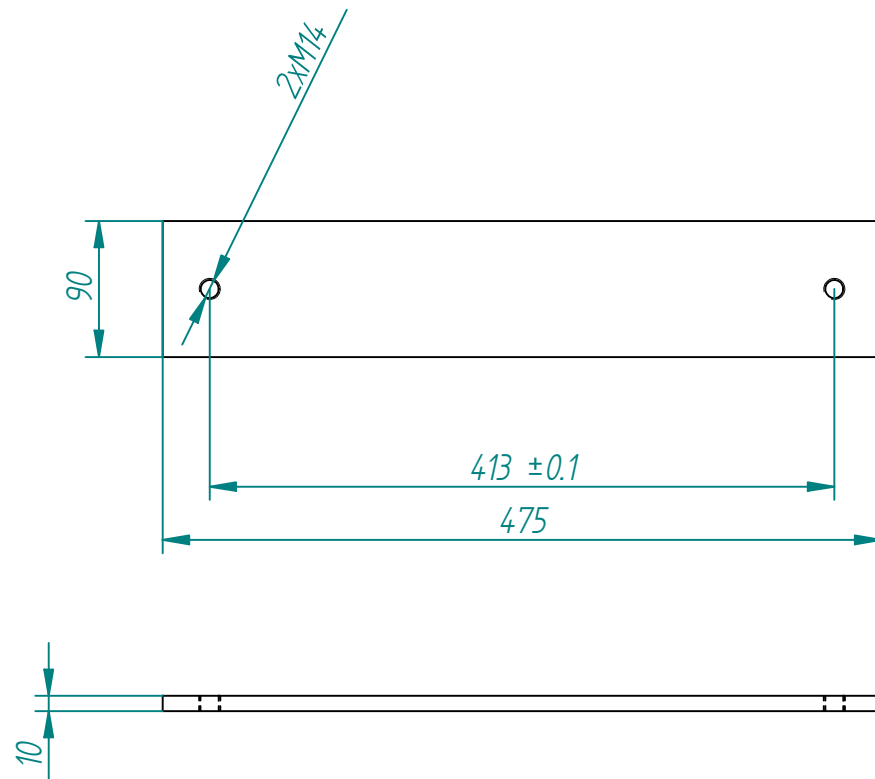
Cantidad de  
conjuntos 4




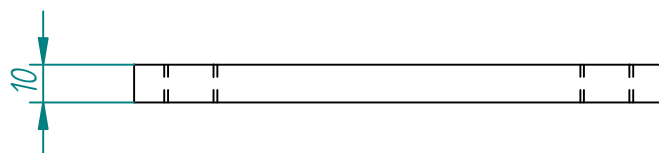
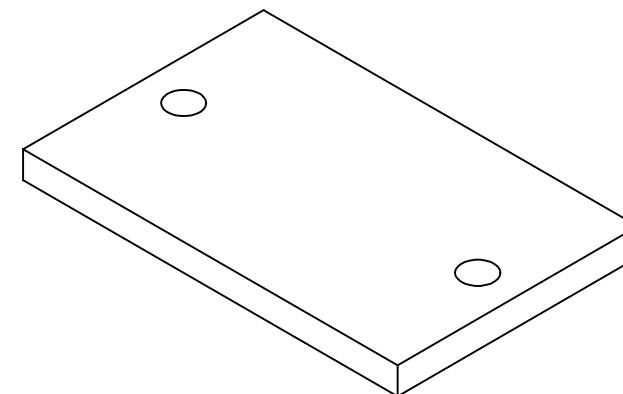
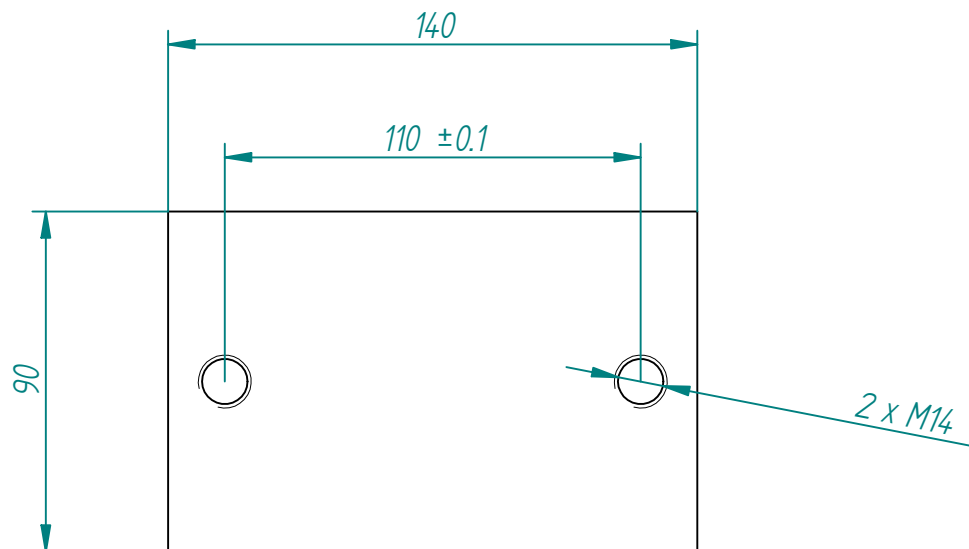
P	DESIGNACION	Ct	MATERIAL	NºPLANO	NOTAS
1	Husillo	1	F-114		
2	Tuerca Moleteada	1	F-114		
3	Tuerca	1	F-114		
4	soporte husillo	1	F-114		
P	DESIGNACION	CANT.	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
 <b>TECNER INGENIERIA</b>				PROYECTO Husillo M 45	
				REFERENCIA 10.18.014	
DIBUJADO EJavier L.	APROBADO Carlos N	FECHA 15/04/2008	ESCALA	Nº DE PLANO 01FE112-105	SUSTITUYE A:




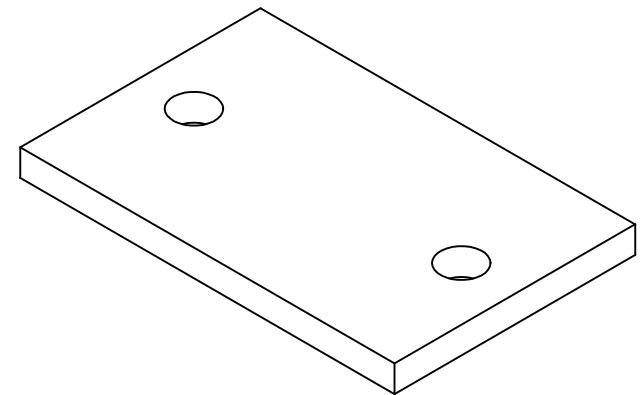
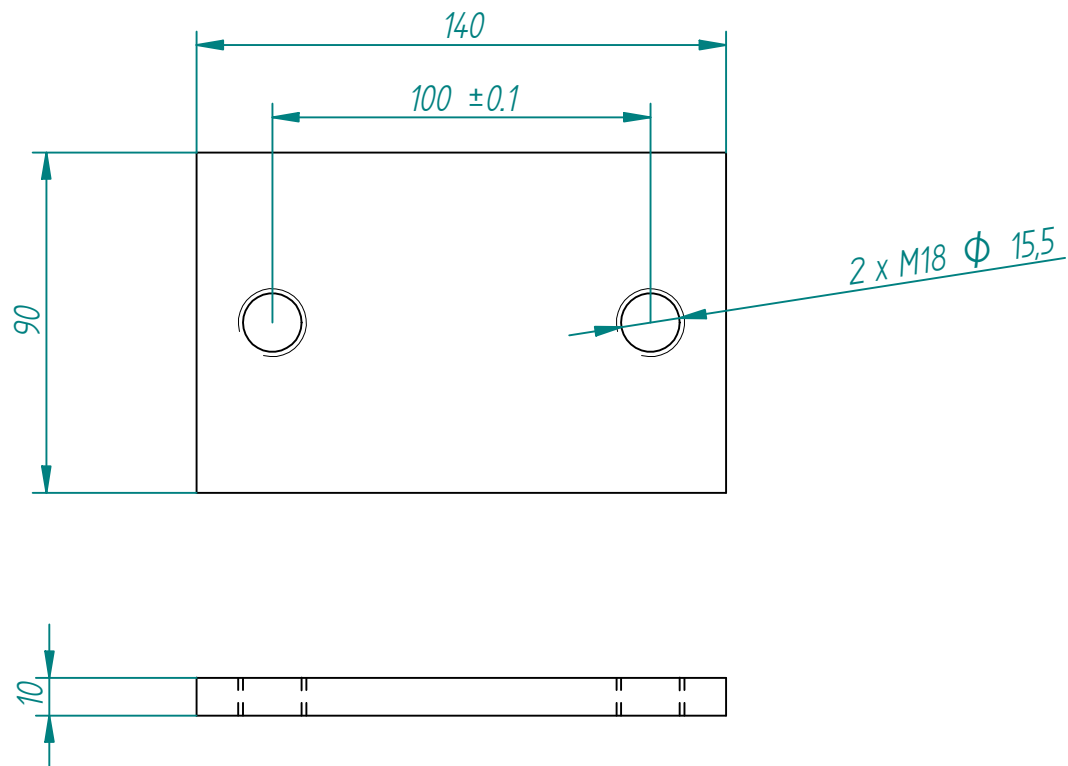
P	DESIGNACION	1	F-111	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO DE + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO DE + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
				DENOMINACION <b>Brazo tarado y Soporte Ceula de carga</b>	
				PROYECTO <b>BANCO UNIVERSAL U-135</b>	
				REFERENCIA <b>10.18.014</b>	
DIBUJADO Javier L.	APROBADO Carlos N	FECHA 15/04/2010	ESCALA	N° DE PLANO 01FE112-106	SUSTITUYE A:




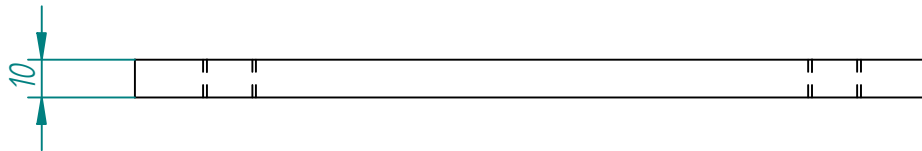
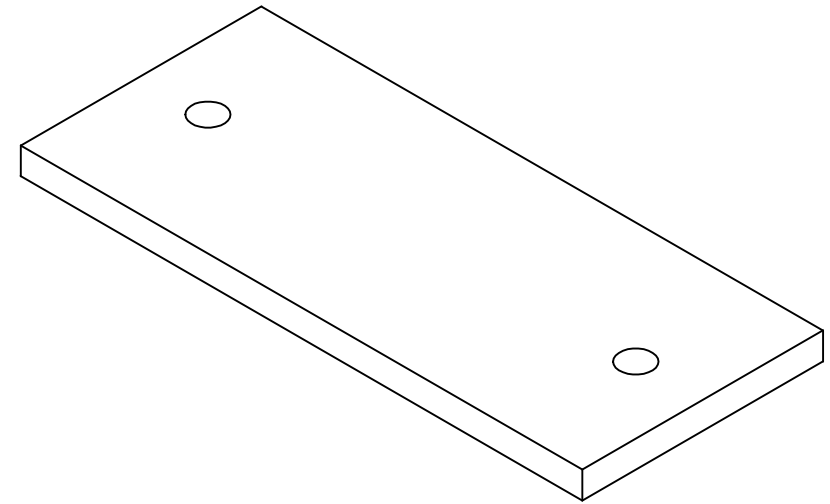
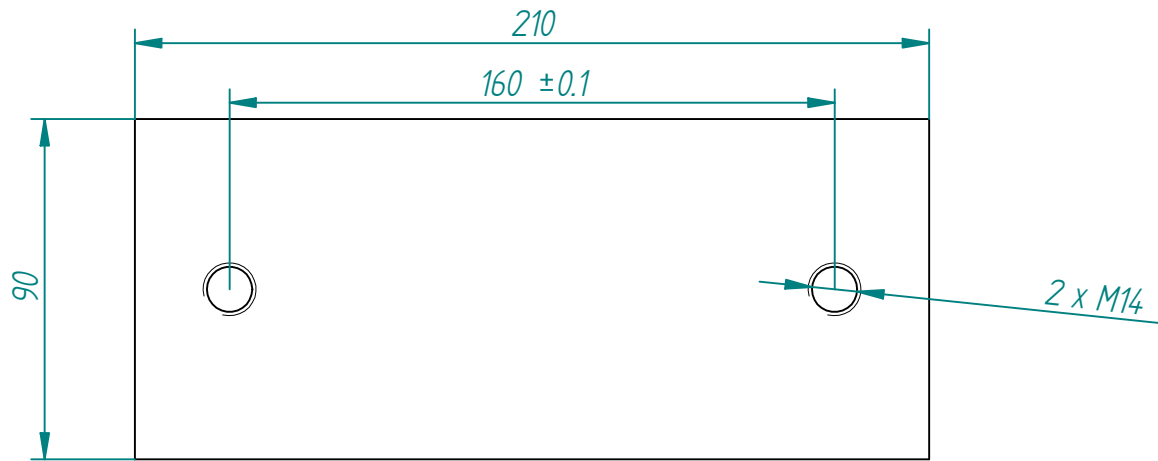
P	DESIGNACION	2	F-114	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		DENOMINACION		PROYECTO	
		Pletinas Subbancada		BANCO UNIVERSAL E-135	
				REFERENCIA	
				10.18.014	
DIBUJADO	APROBADO	FECHA	ESCALA	N° DE PLANO	SUSTITUYE A:
Javier L.	Carlos N	15/04/2010		01FE112-107	




P	DESIGNACION	1	F-114	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		DENOMINACION		PROYECTO	
		Pletinas Soporte Agua-Aceite		BANCO UNIVERSAL E-135	
DIBUJADO		APROBADO		REFERENCIA	
Javier L.		Carlos N		10.18.014	
FECHA		ESCALA		N°. DE PLANO	
16/04/2010				01FE112-108	
				SUSTITUYE A:	

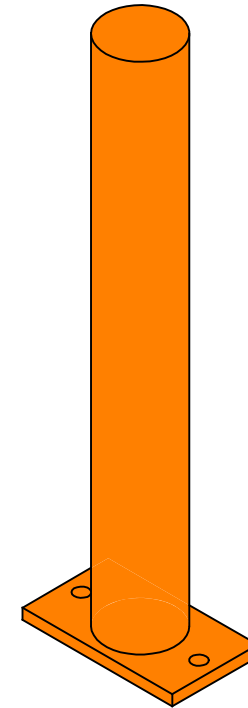
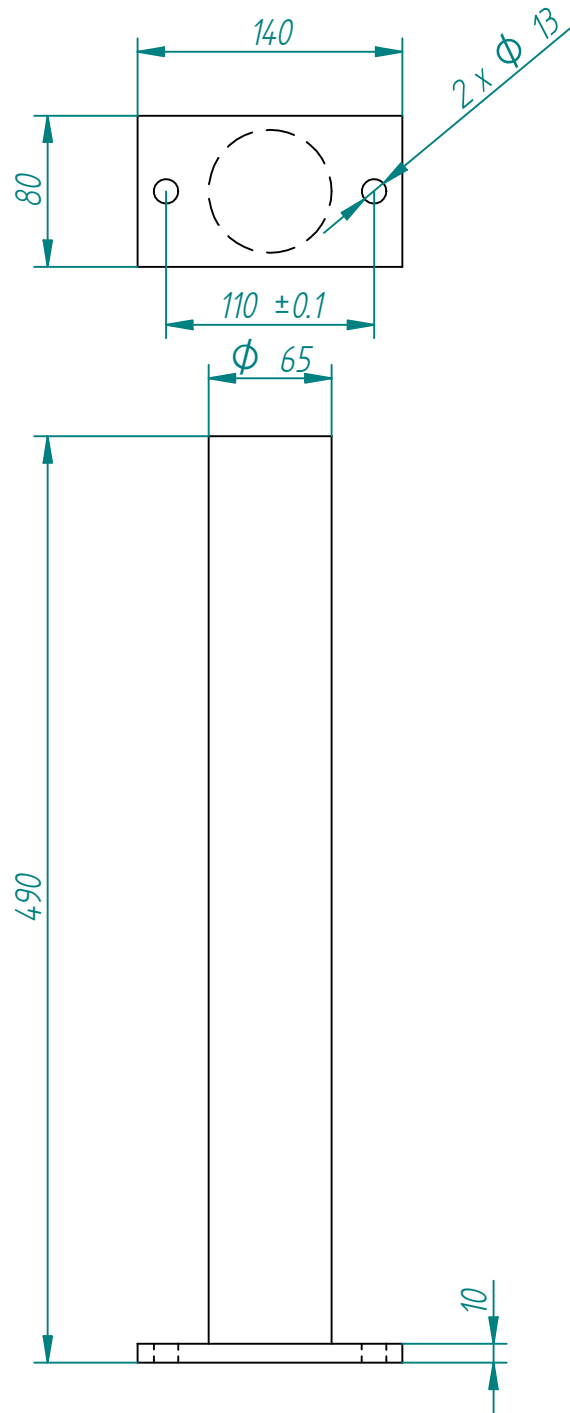


P	DESIGNACION	4	F-114	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		DENOMINACION		PROYECTO	
				BANCO UNIVERSAL E-135	
		Pletinas Husillos		REFERENCIA	
				10.18.014	
DIBUJADO	APROBADO	FECHA	ESCALA	N° DE PLANO	SUSTITUYE A:
Javier L.	Carlos N	16/04/2010		01FE112-109	



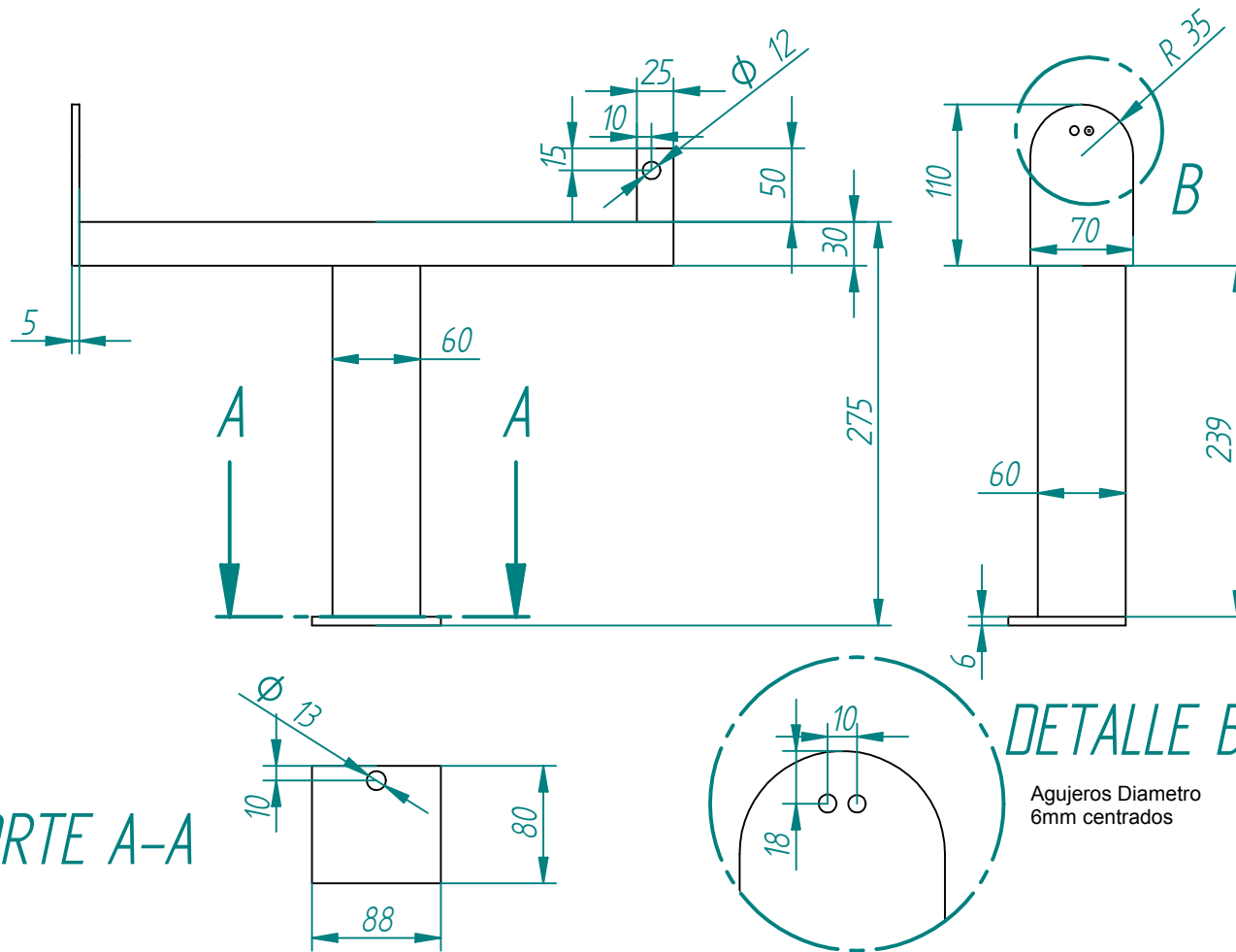
P	DESIGNACION	4	F-114	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		<b>DENOMINACION</b> <b>Pletinas Guías Lineales</b>		<b>PROYECTO</b> <b>BANCO UNIVERSAL E-135</b>	
				<b>REFERENCIA</b> <b>10.18.014</b>	
<b>DIBUJADO</b> <b>Javier L.</b>	<b>APROBADO</b> <b>Carlos N</b>	<b>FECHA</b> <b>16/04/2010</b>	<b>ESCALA</b>	<b>N°. DE PLANO</b> <b>01FE112-110</b>	<b>SUSTITUYE A:</b>





P	DESIGNACION	CANT.	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		<b>DENOMINACION</b> <b>Soporte</b> <b>Agua-Aceite</b>		<b>PROYECTO</b> BANCO UNIVERSAL E-135	
				<b>REFERENCIA</b> 10.18.014	
<b>DIBUJADO</b> Javier L.	<b>APROBADO</b> Carlos N	<b>FECHA</b> 15/04/2010	<b>ESCALA</b>	<b>N° DE PLANO</b> 01FE112-201	<b>SUSTITUYE A:</b>

CORTE A-A



Soporte sujeción cables acelerador

Angulos 30x30 Largo 405mm  
Separación intermedia 9mm para  
movimiento de tornillos de sujeción de  
cables del acelerador

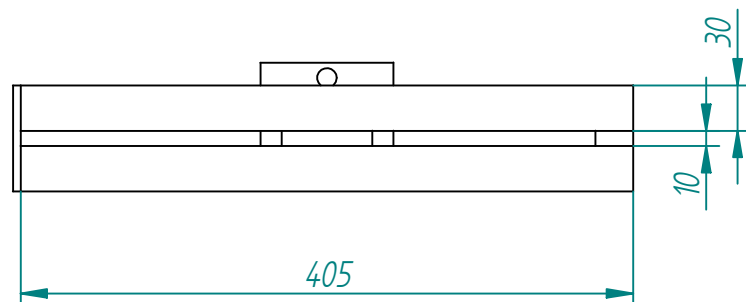
Soporte actuador

DETALLE B

Agujeros Diametro  
6mm centrados

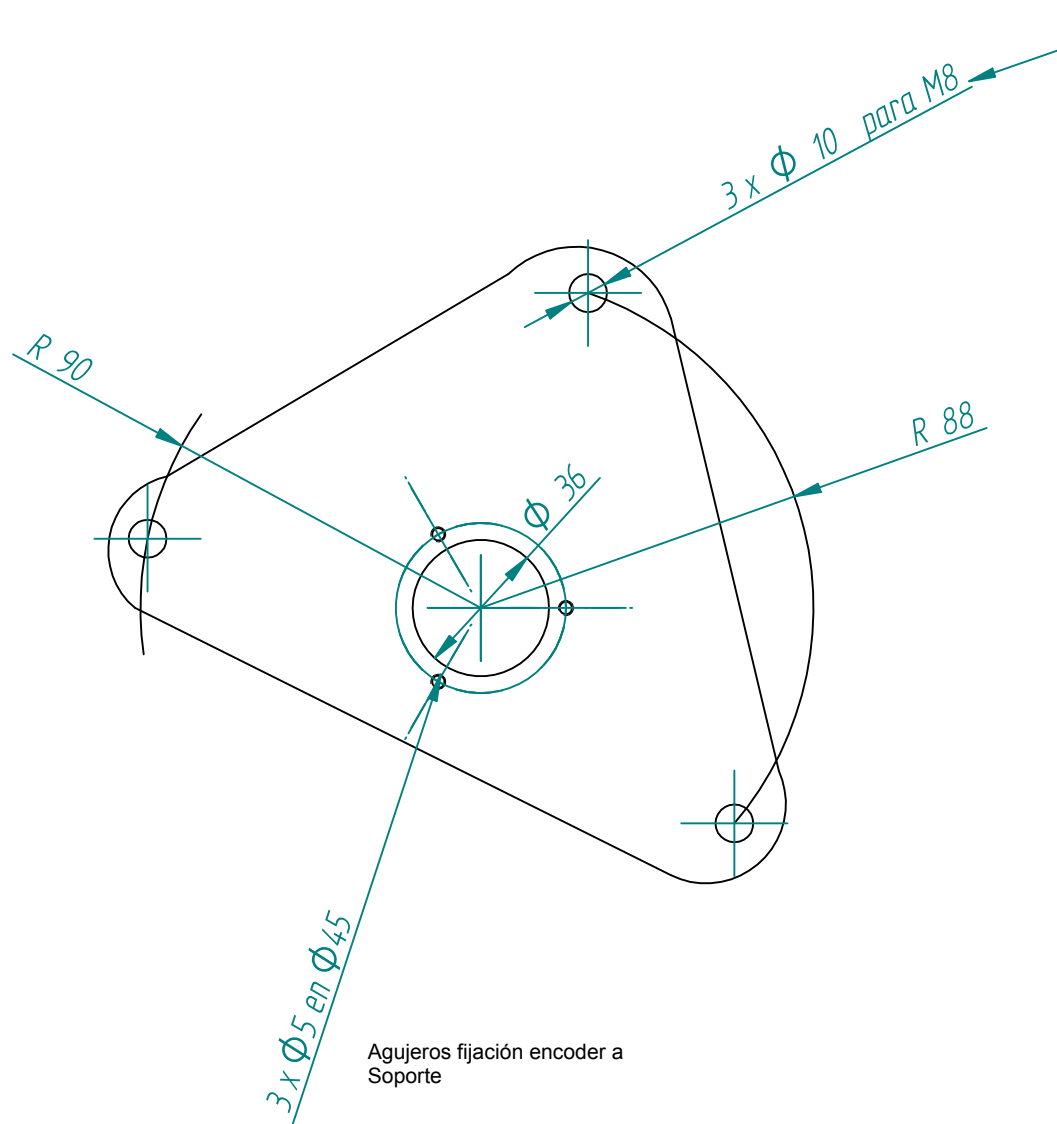
Soporte  
60x60mm

Base anclaje a  
subbancada del freno

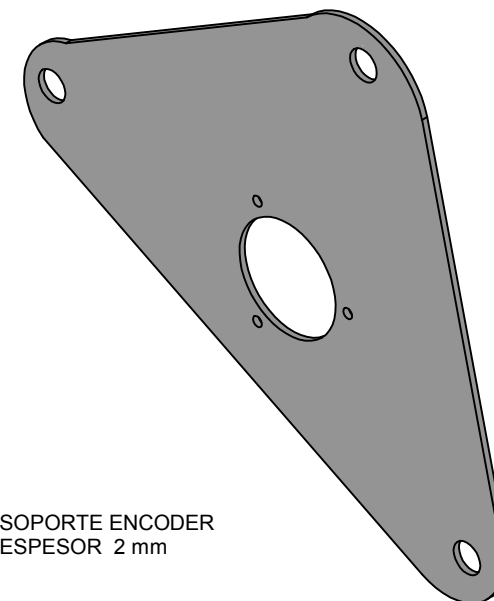


Nota:  
El movimiento del  
actuador se nivela  
horizontalmente  
posicionandose mediante  
arandelas, casquillos o  
tuercas

P	DESIGNACION	CANT.	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		DENOMINACION		PROYECTO	
		Soporte Acelerador Carrera 100mm		BANCO UNIVERSAL E-135	
DIBUJADO		APROBADO		REFERENCIA	
Javier L.		Carlos N		10.18.014	
FECHA		ESCALA		N° DE PLANO	
15/04/2010				01FE112-202	
				SUSTITUYE A:	




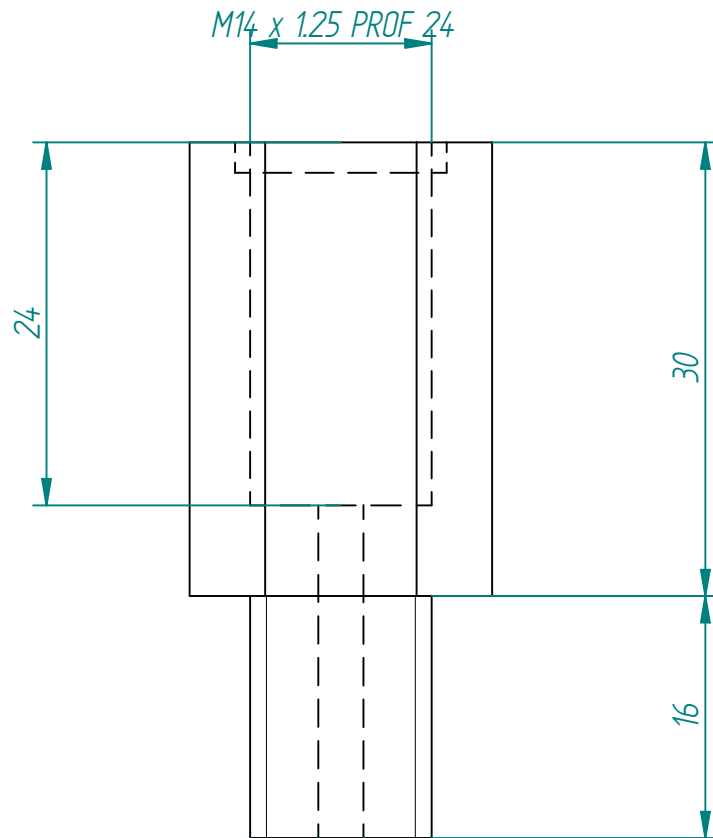
AGUJERO CON HOLGURA PARA PODER BUSCAR LA MAXIMA COAXIALIDAD CON EL EJE MOTOR. POSTERIOR APRIETE PARA FIJACIÓN UNA VEZ CENTRADO



SOPORTE ENCODER  
ESPESOR 2 mm

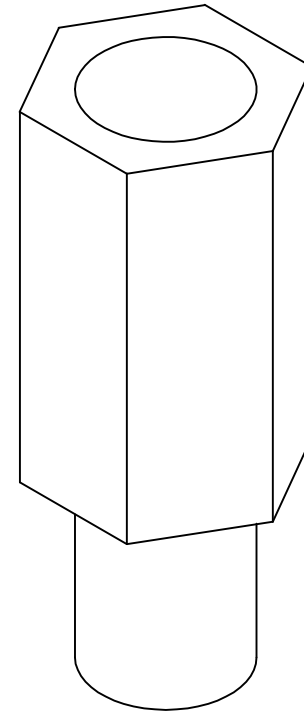
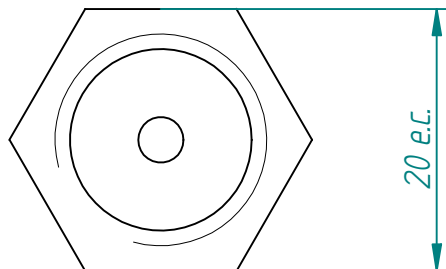
**Nota:**  
Este soporte se fija al motor mediante 3 varillas M8 de longitud suficiente para poder acoplarse correctamente y garantizar su coaxialidad


P	DESIGNACION	1	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		<b>DENOMINACION</b>  <b>Soporte Encoder</b>		<b>PROYECTO</b> BANCO UNIVERSAL E-135	
				<b>REFERENCIA</b> 10.18.014	
<b>DIBUJADO</b> Javier L.	<b>APROBADO</b> Carlos N	<b>FECHA</b> 15/04/2010	<b>ESCALA</b>	<b>Nº DE PLANO</b> 01FE112-203	<b>SUSTITUYE A:</b>

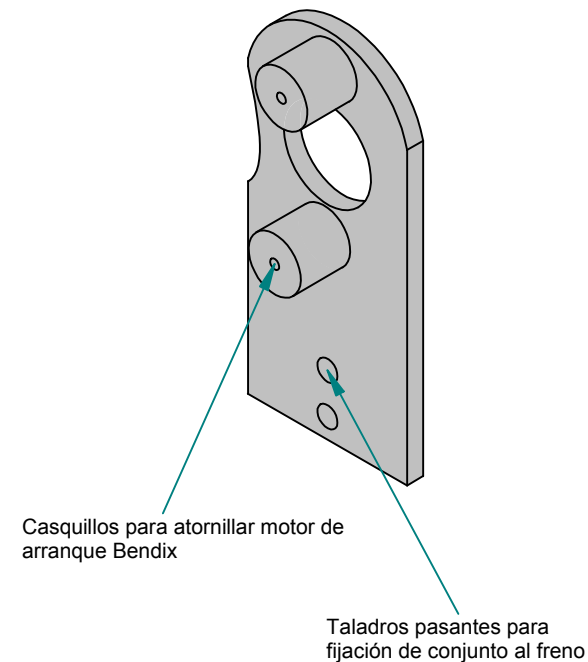
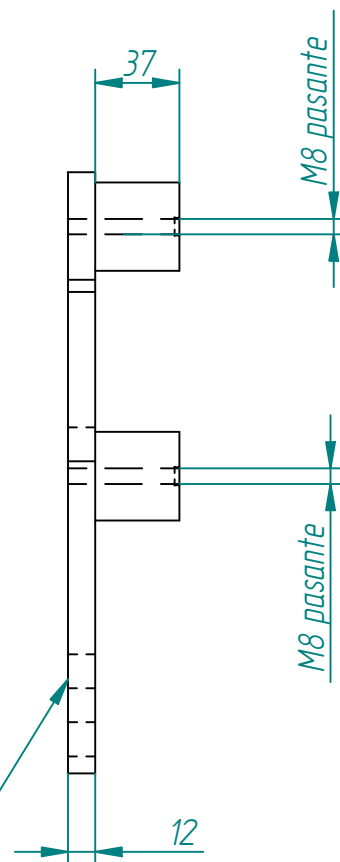
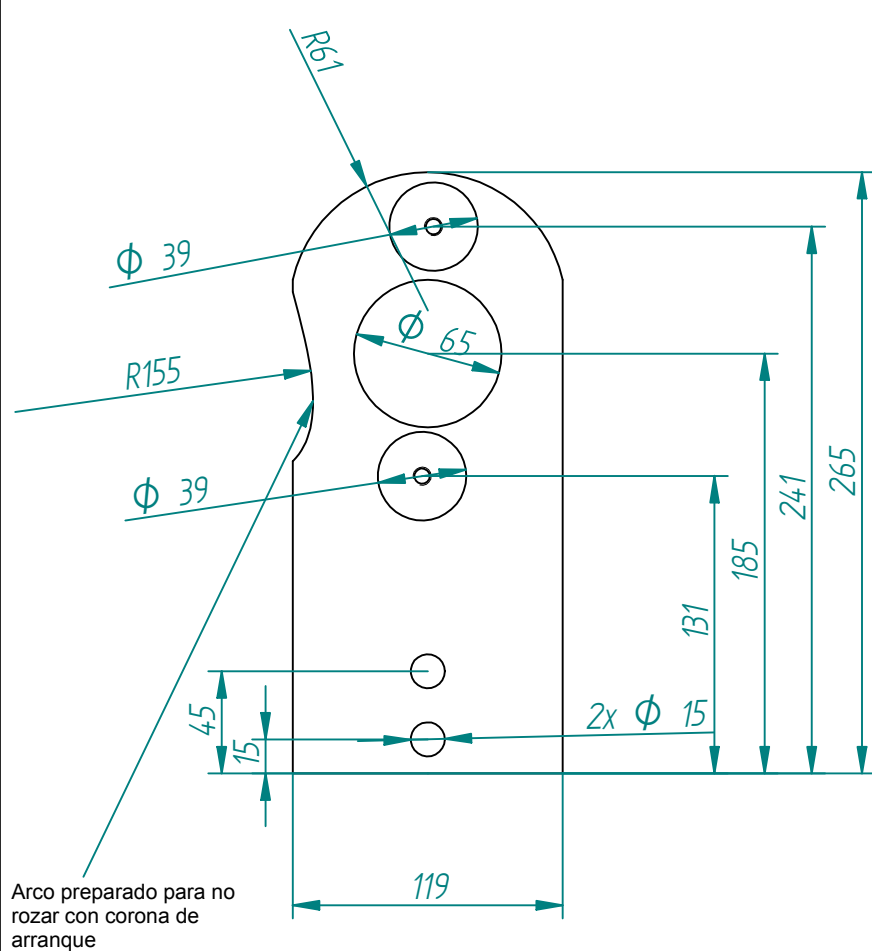


Rosado exterior M12 x 1.25  
(MACHO)

Extensión Tramo 16mm

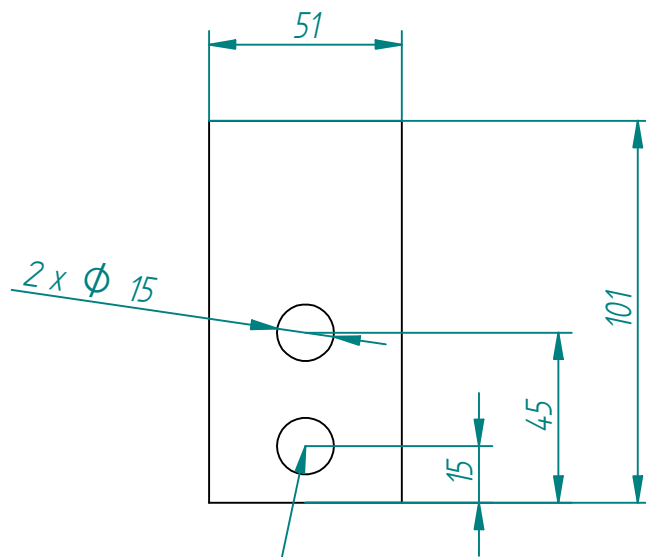


P	DESIGNACION	1	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + ..... -					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		DENOMINACION  Adaptador Bujia Pv-Pa		PROYECTO Banco Universal U-135	
				REFERENCIA 10.18.014	
DIBUJADO Javier L.	APROBADO Carlos N	FECHA 16/04/2010	ESCALA	N° DE PLANO 01FE112-204	SUSTITUYE A:

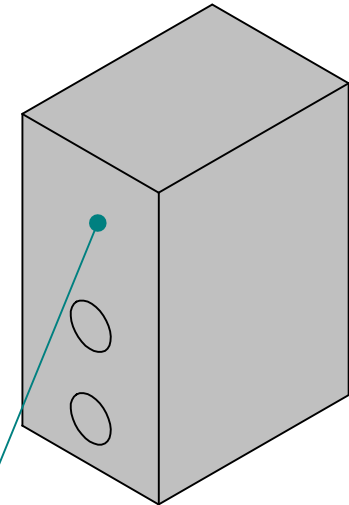
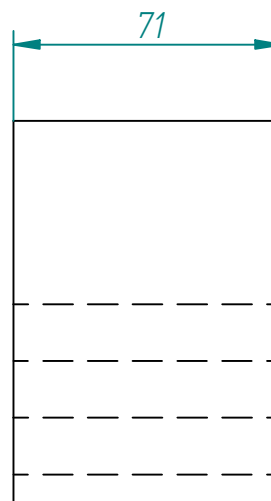


Parte soldada a Cubo Unión  
Bancada(01FE112-206), para fijación al freno


P	DESIGNACION	1	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
			DENOMINACION		PROYECTO
			Soporte Motor Arranque Bendix		BANCO UNIVERSAL E-135
					REFERENCIA
					10.18.014
DIBUJADO	APROBADO	FECHA	ESCALA	Nº DE PLANO	SUSTITUYE A:
Javier L.	Carlos N	15/04/2010		01FE112-205	

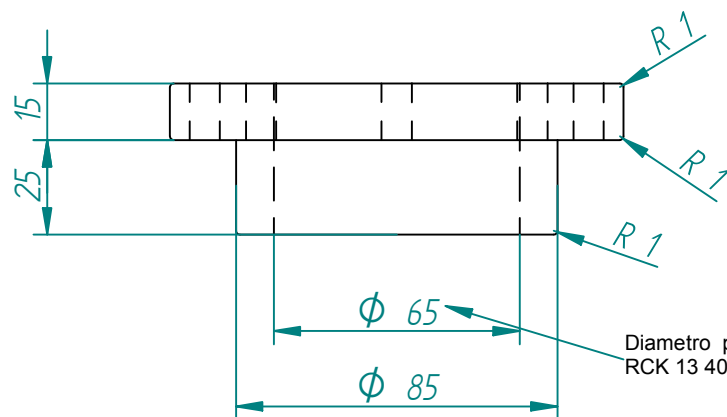


Taladros pasantes para fijación de conjunto al soporte del freno

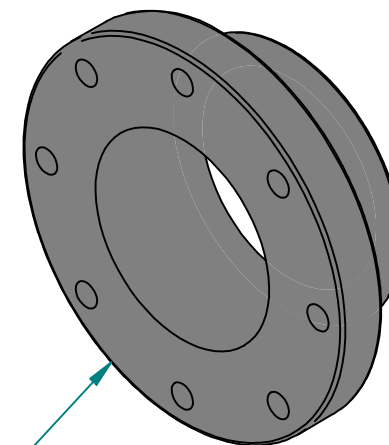
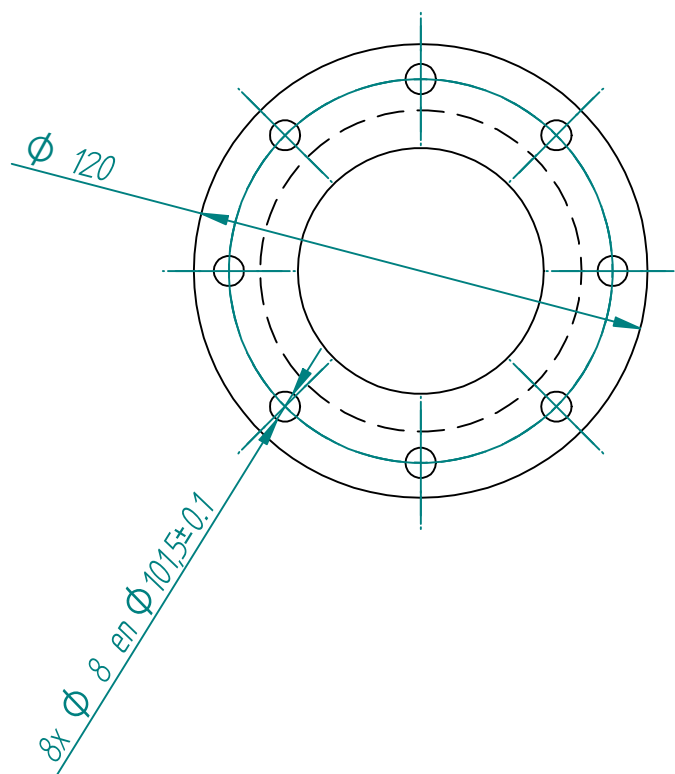


Cara soldada a Soporte Motor Arranque Bendix (01FE112-205)

P	DESIGNACION	1	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		<b>DENOMINACION</b> Cubo Union Bancada Bendix		<b>PROYECTO</b> BANCO UNIVERSAL E-135	
				<b>REFERENCIA</b> 10.18.014	
<b>DIBUJADO</b> Javier L.	<b>APROBADO</b> Carlos N	<b>FECHA</b> 15/04/2010	<b>ESCALA</b>	<b>Nº DE PLANO</b> 01FE112-206	<b>SUSTITUYE A:</b>




Diametro para instalar casquillo autocentrante RCK 13 40x65

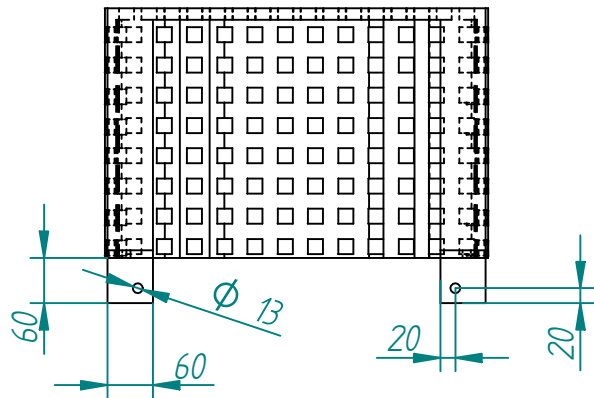


Esta cara atornilla a la brida del freno

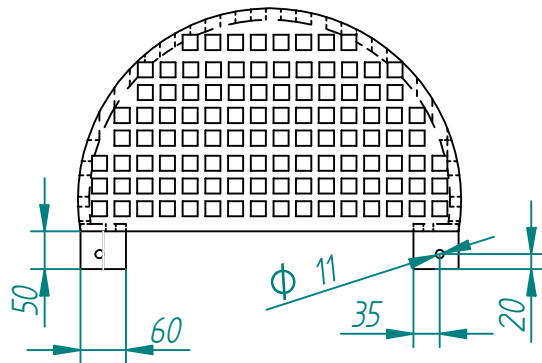
#### NOTA:

- En dicho casquillo autocentrante RCK 13 40 x 65 se acoplara un eje con una pequena brida adecuada para fijarse con la corona dentada y poder formar así el conjunto motor de arranque.
- Dicho eje será de longitud tal que la cara exterior de la corona debe estar a una distancia de 100mm del extremo de la base del freno, para asegurar un correcto funcionamiento

P	DESIGNACION	1	F-114	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		<b>DENOMINACION</b>  <b>Brida Unión Eje-Corona</b>		<b>PROYECTO</b> BANCO UNIVERSAL E-135	
				<b>REFERENCIA</b> 10.18.014	
<b>DIBUJADO</b> Javier L.	<b>APROBADO</b> Carlos N	<b>FECHA</b> 15/04/2010	<b>ESCALA</b>	<b>Nº DE PLANO</b> 01FE112-207	<b>SUSTITUYE A:</b>

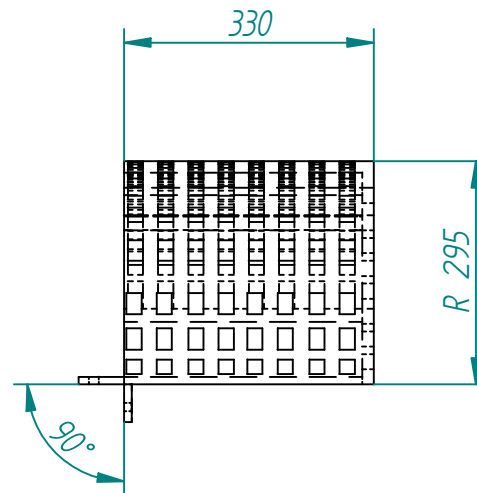
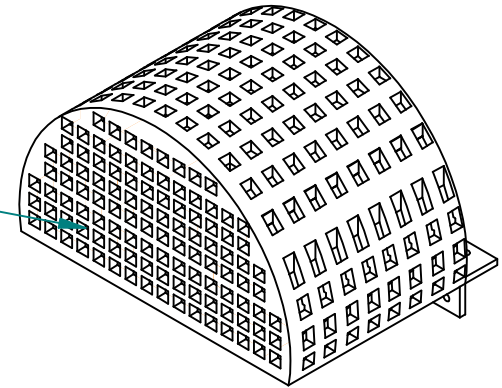



Taladros para fijación al soporte del freno en el plano horizontal



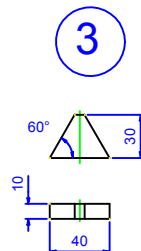
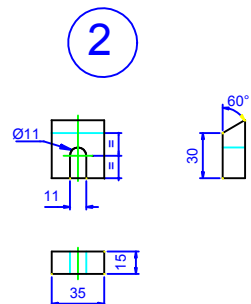
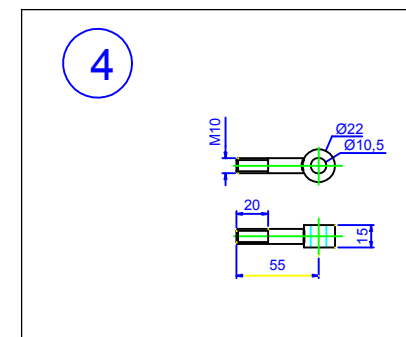
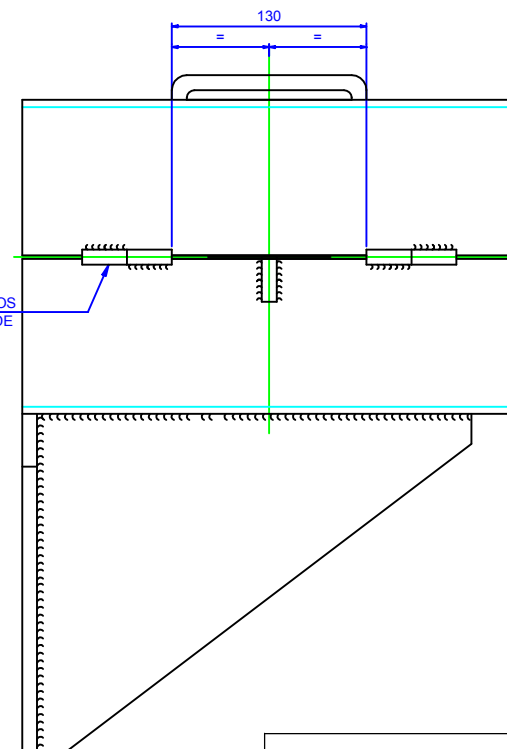
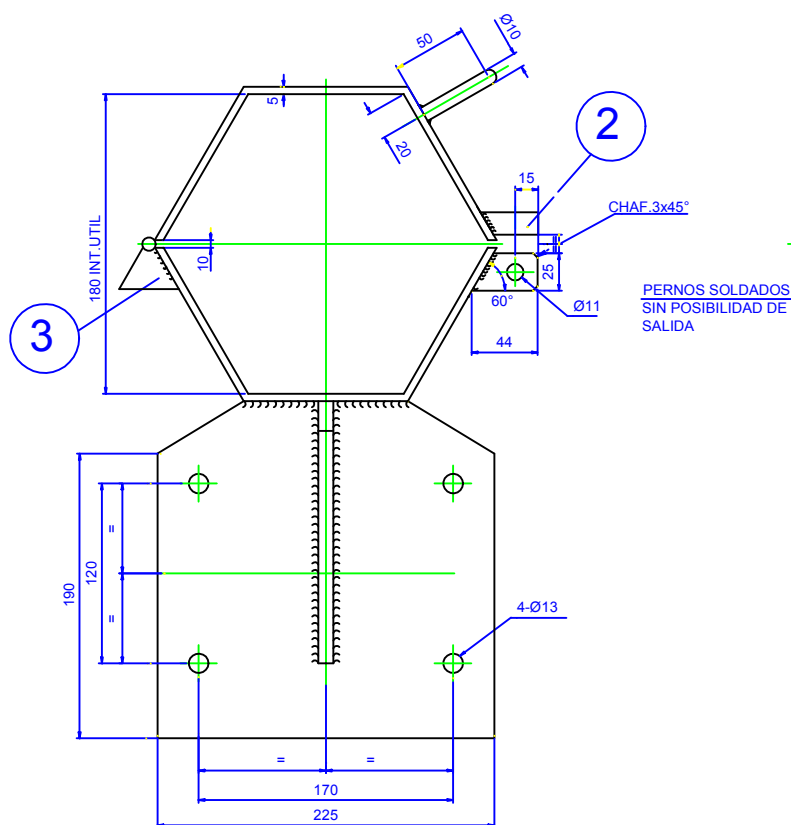
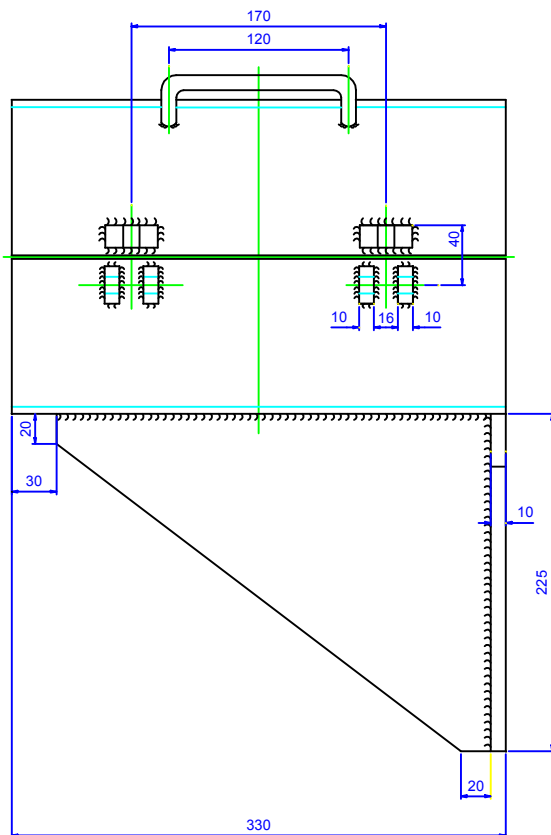
Taladros para fijación al soporte del freno en el plano vertical


Chapa plegada con agujeros cuadrados 5x5mm

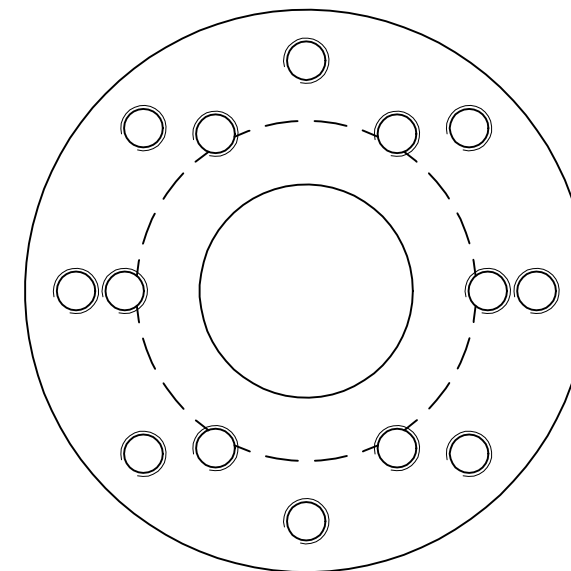
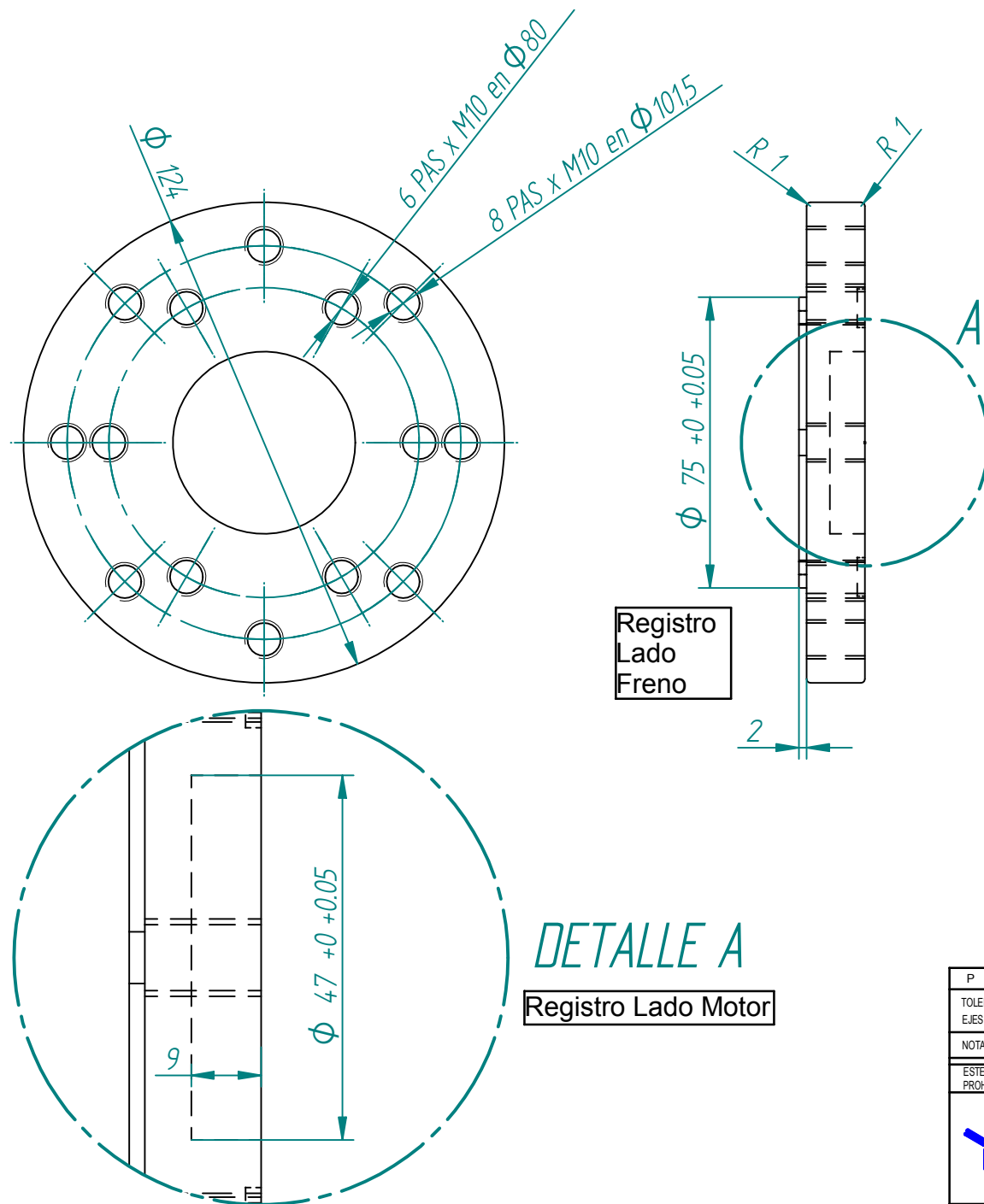


P	DESIGNACION	1	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		<b>DENOMINACION</b> <b>Protección Arranque Bendix</b>		<b>PROYECTO</b> BANCO UNIVERSAL E-135	
				<b>REFERENCIA</b> 10.18.014	
<b>DIBUJADO</b> Javier L.	<b>APROBADO</b> Carlos N	<b>FECHA</b> 15/04/2010	<b>ESCALA</b>	<b>Nº DE PLANO</b> 01FE112-301	<b>SUSTITUYE A:</b>






P	DESIGNACION	CANT.	MATERIAL	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + .....					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
DENOMINACION				PROYECTO	
 <b>Proteccion Transmision</b>				BANCO UNIVERSAL U-135	
				REFERENCIA	
				10.18.014	
DIBUJADO	APROBADO	FECHA	ESCALA	N° DE PLANO	SUSTITUYE A:
Javier L.	Carlos N	15/04/2010		01FE112-302	



Detalle:  
Los 6 taladros para M10 realizados desde la cara del registro lado Motor cortan al registro del lado Freno

P	DESIGNACION	1	F-114	PLANO o MARCA	NOTAS
TOLERANCIAS DE MECANIZACION NO ESPECIFICADAS: SIMBOLOS Y ROSCAS SEGUN ISO. DIMENSIONES MECANIZADAS DENTRO + ..... AGUJEROS H13 Y EJES h13. POSICION DE CENTRO DE TALADROS Y PASOS CIRCULARES DENTRO DE + ..... DIMENSIONES ANGULARES MECANIZADAS DENTRO + ..... -					
NOTAS GENERALES: NO DEDUCIR COTAS POR MEDIDA DIRECTA SOBRE EL DIBUJO, CONSULTAR EN CASO DE DUDA, QUITAR REBABAS Y MATAR ARISTAS					
ESTE PLANO ES PROPIEDAD DE TECNER INGENIERIA, S.A. PROHIBIDA SU REPRODUCCION Y USO SIN PERMISO DE ESTA ENTIDAD					
		DENOMINACION		PROYECTO	
		Brida Transmisión-Motor		Banco Universal U-135	
				REFERENCIA	
				10.18.014	
DIBUJADO	APROBADO	FECHA	ESCALA	Nº DE PLANO	SUSTITUYE A:
Mecánica	Carlos N	15/04/2010		01FE112-401	

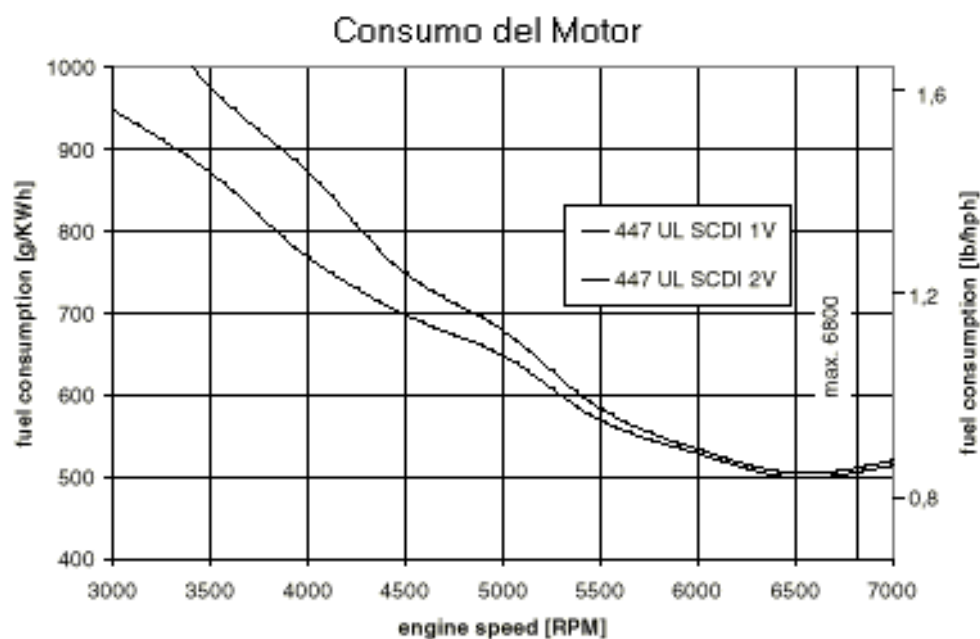
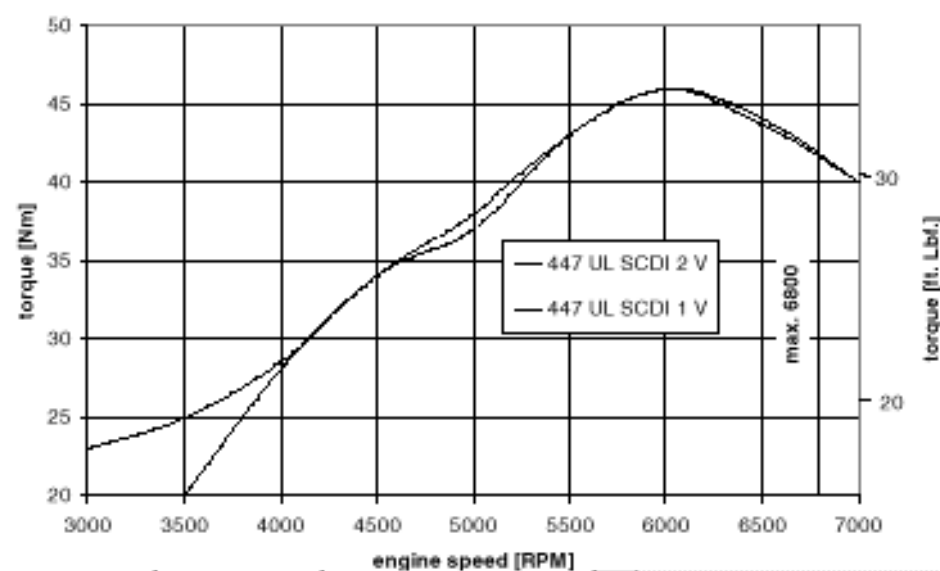
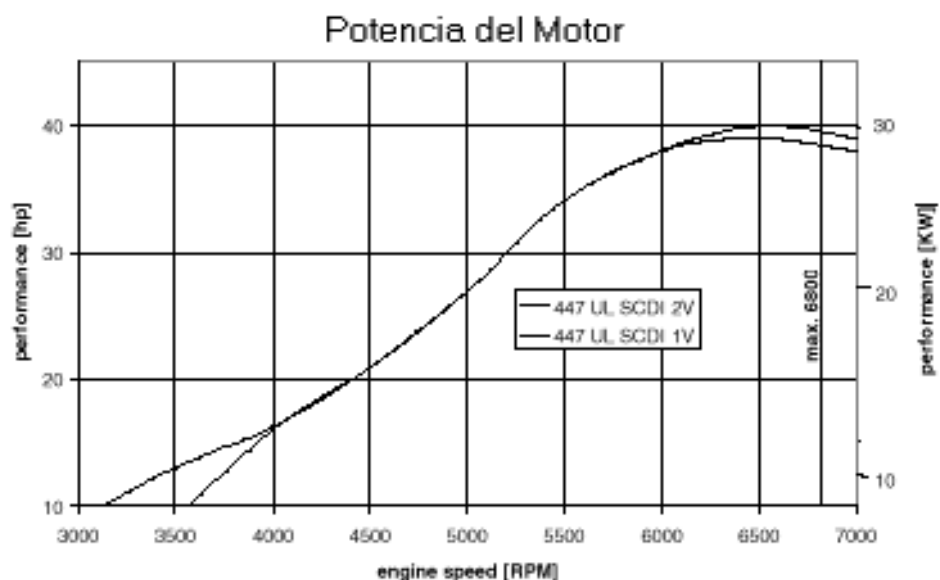


# ANEXO 2

## Datos Motores Rotax

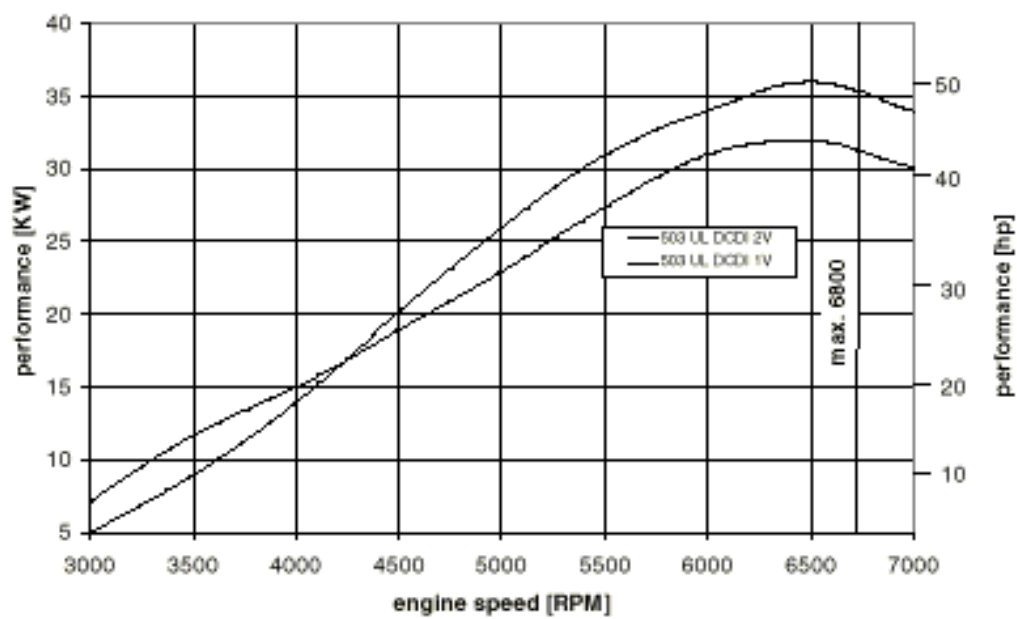
## 10.1 ) Prestaciones en condiciones Standard ( ISA )

### a ) 447 UL SCDI

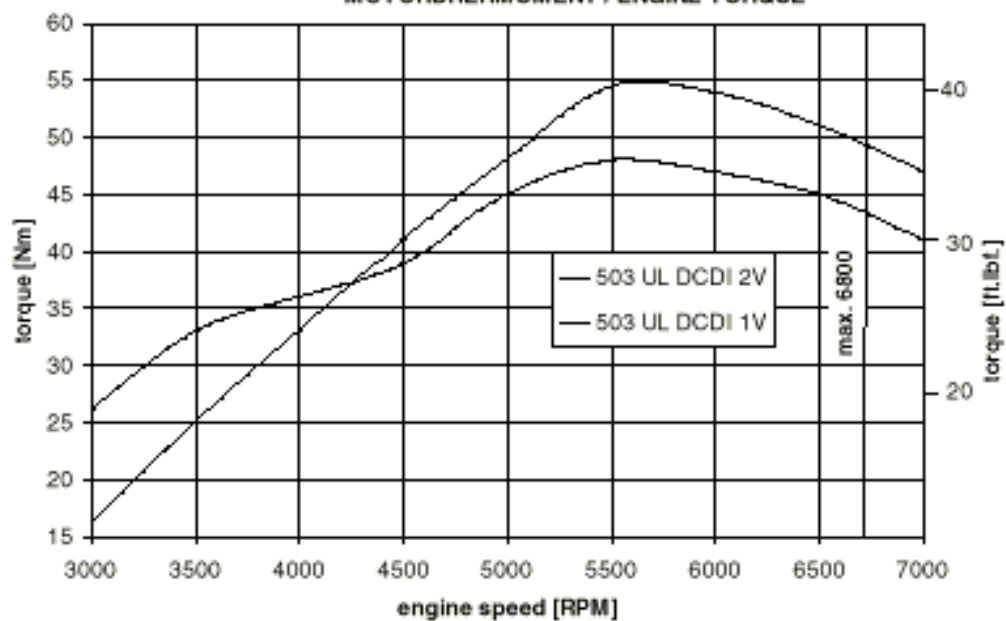


b) 503 UL DCDI

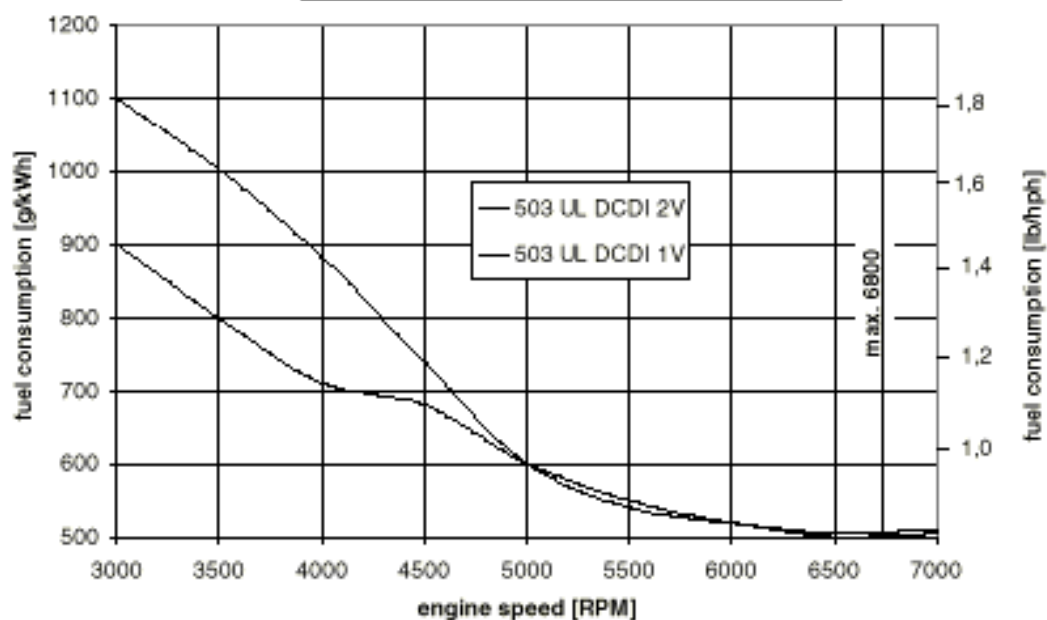
**MOTORLEISTUNG / ENGINE PERFORMANCE**



**MOTORDREHMOMENT / ENGINE TORQUE**

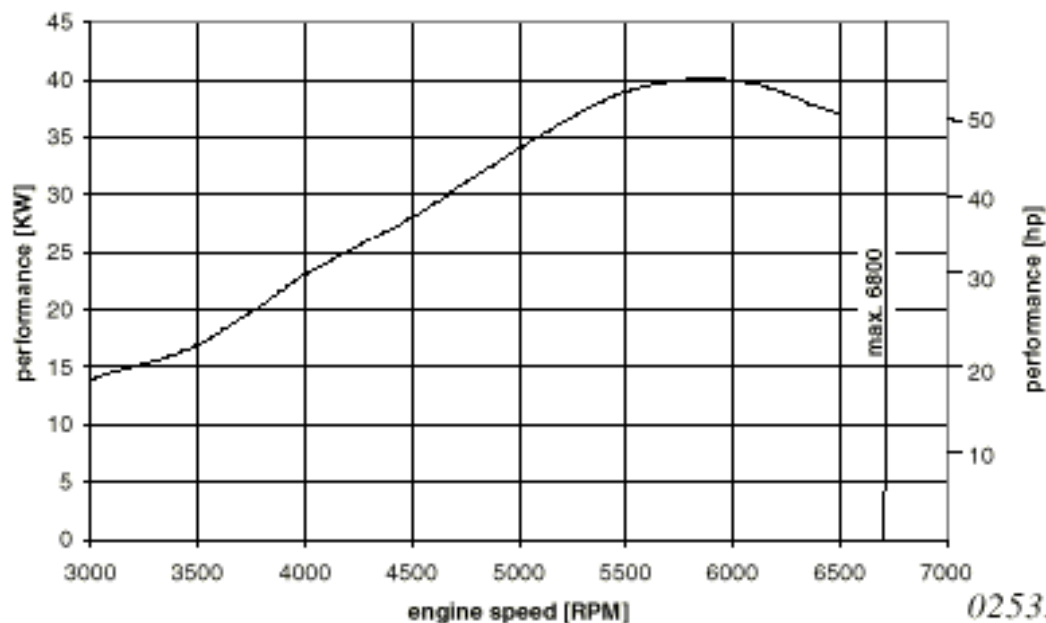


**TREIBSTOFFVERBRAUCH / FUEL CONSUMPTION**

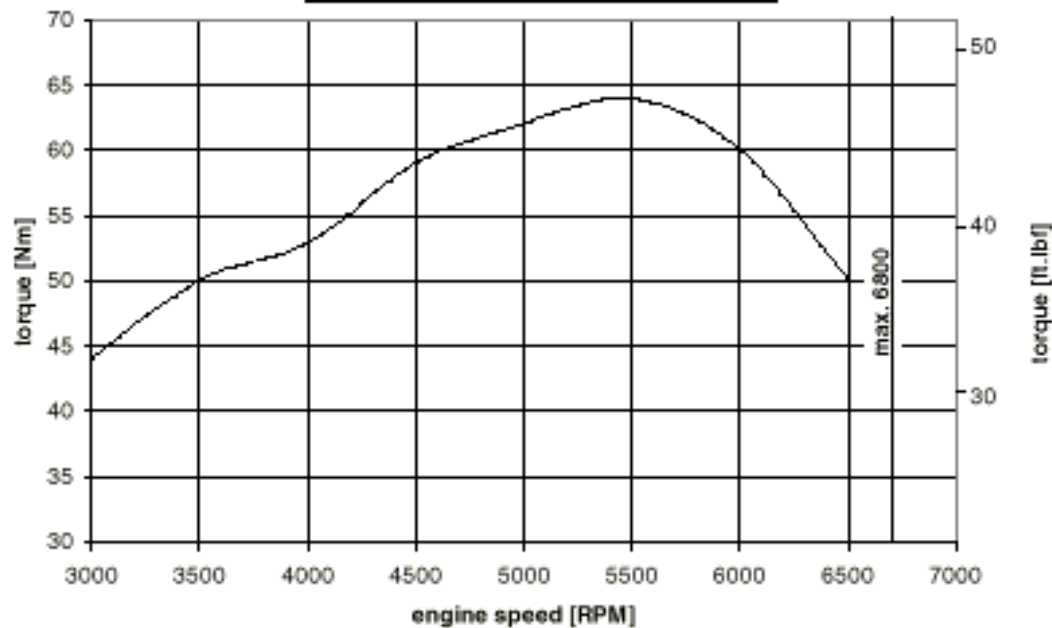


# C ) 582 UL DCDI 40

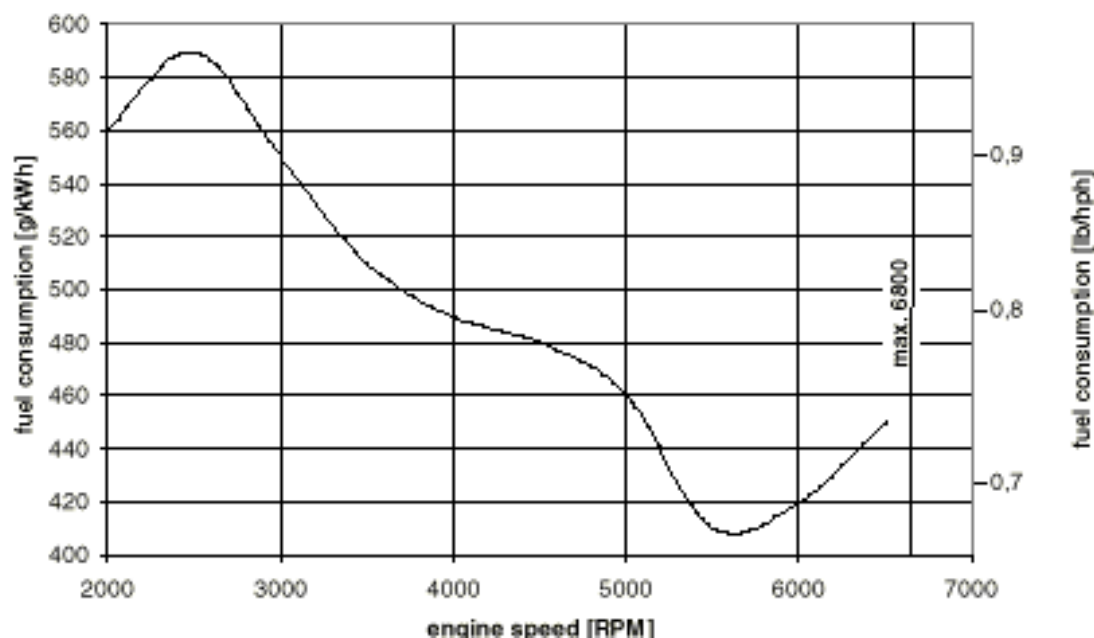
## MOTORLEISTUNG / ENGINE PERFORMANCE



## MOTORDREHMOMENT / ENGINE TORQUE

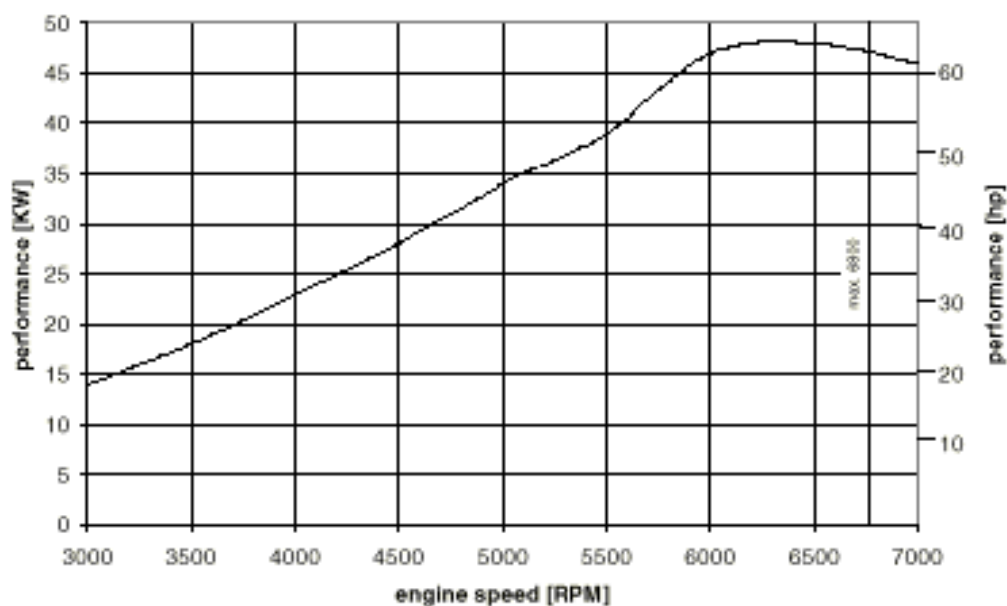


## TREIBSTOFFVERBRAUCH / FUEL CONSUMPTION

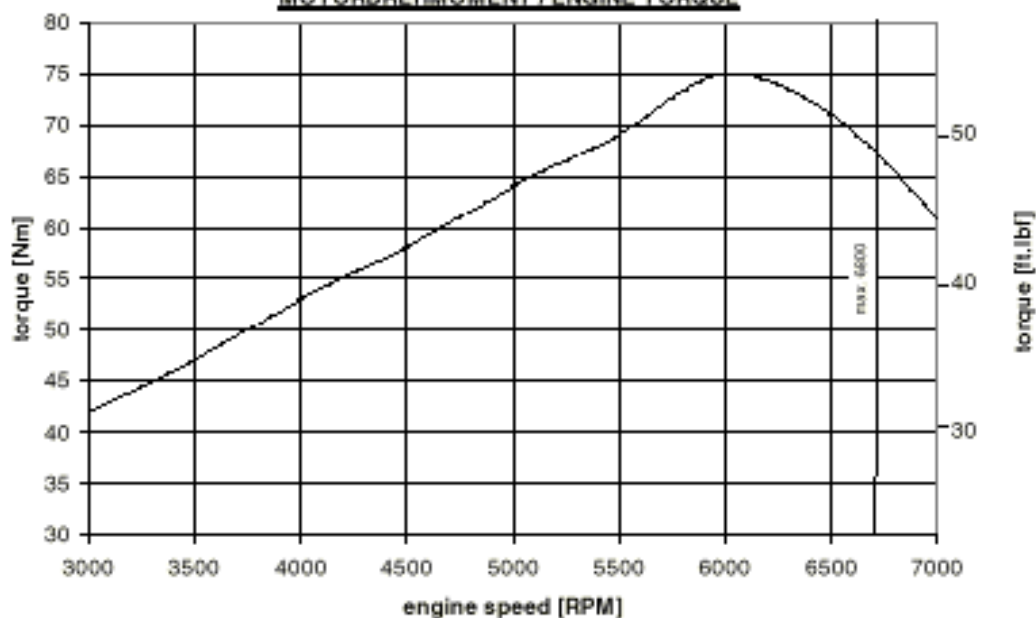


D ) 582 UL DCDI 48 y 582 UL Modelo 99

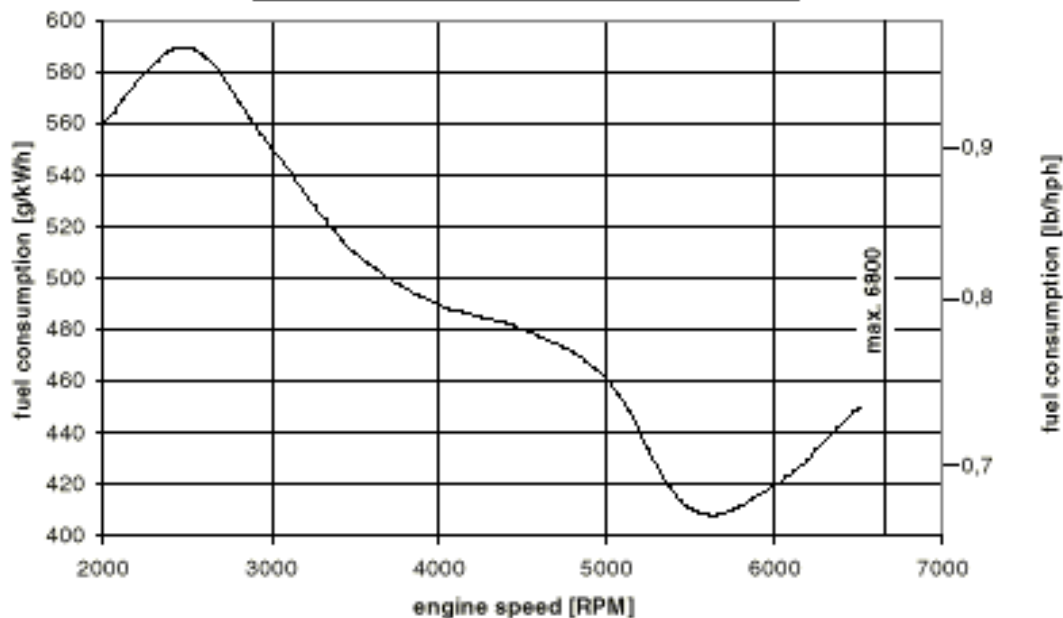
**MOTORLEISTUNG / ENGINE PERFORMANCE**



**MOTORDREHMOMENT / ENGINE TORQUE**



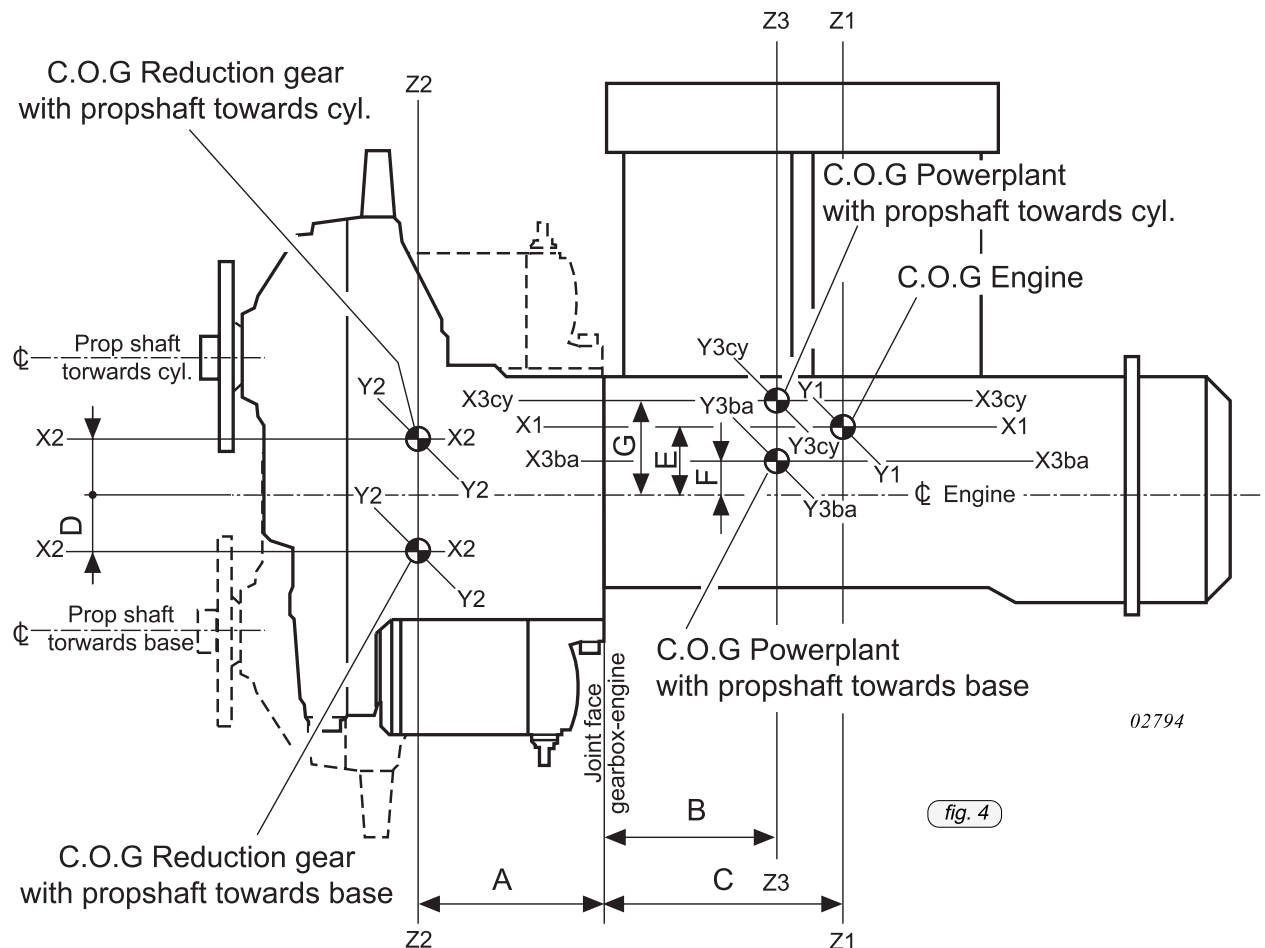
**TREIBSTOFFVERBRAUCH / FUEL CONSUMPTION**



## 7) Technical data

For technical data and limits of operation refer to the latest revision of the current Operator's Manual 447 UL SCDI- 503 UL DCDI- 582 UL DCDI Model 99.

◆ NOTE: Connecting dimensions, filling capacities, drive and reduction ratios, electric output etc. can be found in the respective chapter of engine installation.



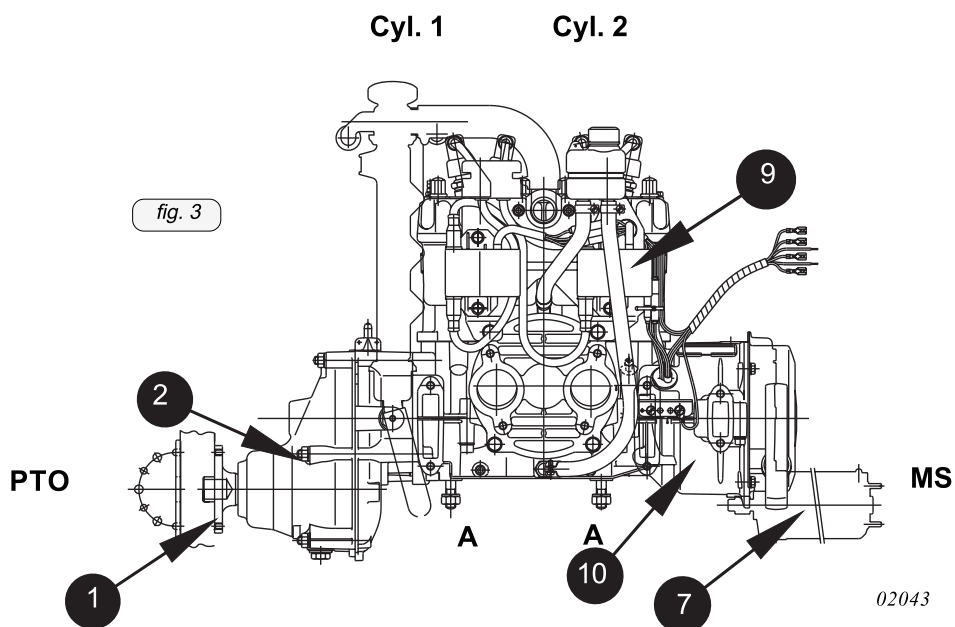
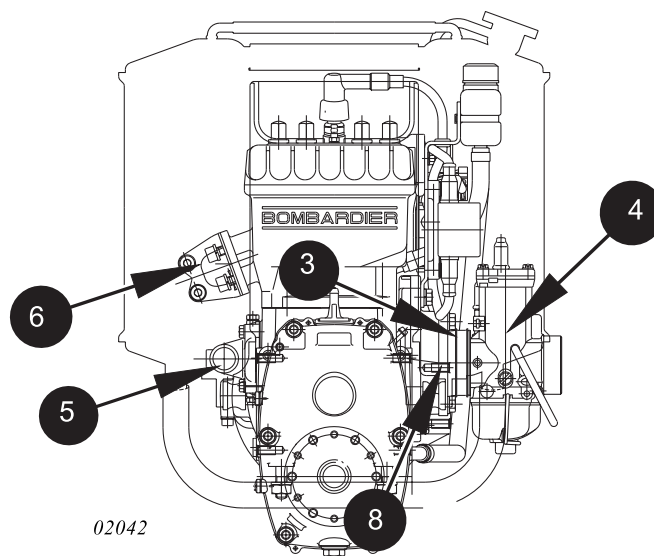
### 7.1) Installation dimensions (all dimensions in mm)

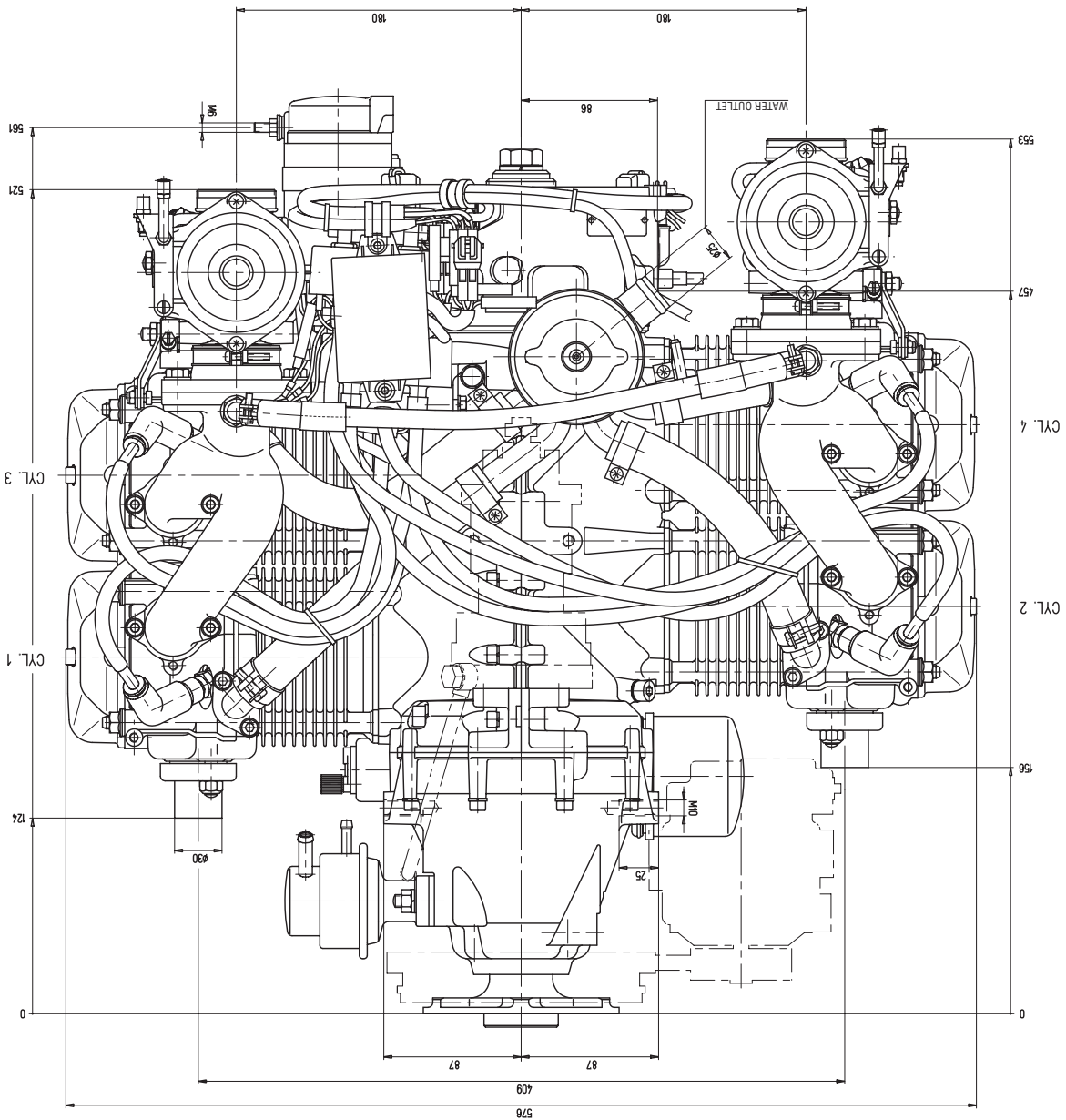
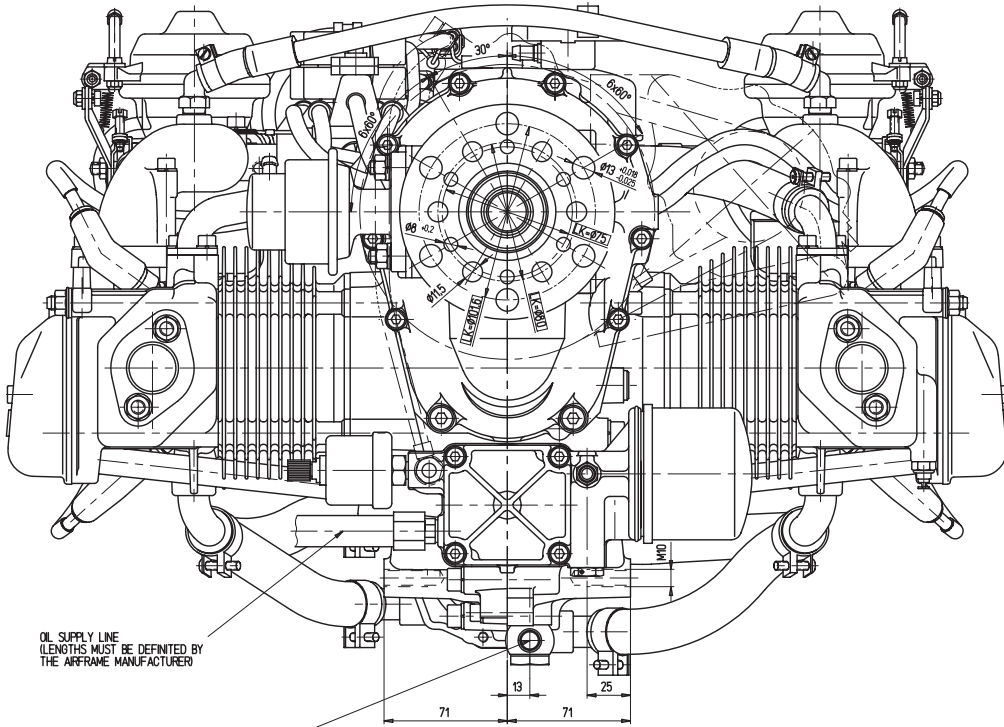
	Total dimension		
	447 UL SCDI	503 UL DCDI	582 UL DCDI / mod. 99
max. dimension x axis	543	556	582
max dimension y axis	523	513	437
max dimension z axis	416	374	387

02851



### 6.3.3) 582 UL DCDI and 582 UL DCDI mod. 99







# ANEXO 3

## Presupuesto

## **BANCO UNIVERSAL PARA ENSAYO DE MOTORES,**

### **MOD. U-135**

Se trata de nuestro banco de ensayos U-135, incluyendo los elementos que a continuación se enumeran:

- ✚ Bancada general metálica de perfiles laminados electrosoldados, con subbancada para freno E-135 y bancada universal regulable en los tres ejes del espacio, para soporte del motor. Imprimación fosfatante y protección con pintura de alta resistencia. Soporte sobre antivibrantes de neopreno sin obra civil.
- ✚ Freno dinamométrico eléctrico de corrientes de Foucault (Eddy-currents), marca Tecner mod. E-135, de 135 kW. a 10.000 r.p.m. Par máximo 400 Nm., incluyendo unidad electrónica de parámetros fundamentales (Par y Régimen) y unidad electrónica de regulación P.I.D. con los distintos modos de funcionamiento según motores, M cte., n cte., M/n cte. e I cte. por control exterior ó vía PC.
- ✚ Medidor volumétrico de consumo de combustible, tipo probeta aforada, con válvula de seccionamiento.
- ✚ Rack convertidor de lectura de parámetros complementarios, con 6 canales de termometría y 2 canales de presión. Incluye sensores, transductores y convertidores electrónicos de señal. Sondas Pt-100 y Termopares tipo K para lectura de temperaturas y captadores electrónicos de presión piezorresistivos. Precisión 0.5 % FS.
- ✚ Depósito de 50 l. para combustible. Red de combustible.
- ✚ Sistema de arranque con batería de 12 V. y cargador.
- ✚ Transmisión freno-motor y protección metálica.

- ✚ Consola de racks normalizado de 19" de la altura necesaria para la instrumentación y sistemas informáticos con los siguientes controles e instrumentos:
  - Interruptor general.
  - Pulsadores de arranque y paro.
  - Mando de acelerador.
  - Probeta de consumo de combustible.
  - Central de alarmas vía software.
  - Rack convertidor temperaturas y presiones.
  - Rack convertidor de par y régimen.
  - Cargador de baterías.
  - Rack de regulación electrónica del freno.
  
- ✚ Sistema Informático completo compuesto por ordenador con procesador Pentium actual, Monitor TFT de 17", teclado – ratón e impresora color de chorro de tinta.
  
- ✚ Tarjeta de Adquisición PCI con 16 canales de entrada analógicos (en tensión o corriente), 2 salidas analógicas de control (en tensión), 16 entradas digitales directas hasta 24V (monitorización del proceso) y 16 salidas directas a relé hasta 5A (control del sistema) Sistema modular, fácilmente ampliable.
  
- ✚ Interfaces necesarios para la adaptación, transformación y filtrado de las señales que provienen del sistema de medida (entradas analógicas), de las señales para controlar la carga del freno de la Unidad de Regulación (salidas analógicas), de las señales de monitorización del sistema (entradas digitales) y de las señales de control del banco de ensayos (salidas digitales) con las tarjetas de adquisición de datos. Cable de comunicación entre tarjeta e interfaces.
  
- ✚ Software específico para Bancos de Ensayo de Motores programado en entorno Labview de National Instruments para Windows. Sus principales características:
  - Configuración abierta de Base de Datos de Motores donde configurar escalas y alarmas para cada tipo de motor de forma independiente, de manera sencilla y rápida.
  - Configuración de Nombres y Escalas de visualización para cada uno de los parámetros según el motor seleccionado.
  - Configuración de Alarmas en función de los parámetros analógicos de entrada medidos para cada uno de los parámetros según el motor seleccionado. Protección por parámetros de monitorización digital. Tanto las alarmas analógicas como las digitales producirán la activación de relé para activación de corte.

- Programación de canales calculados (potencia, consumo...etc.) en función de los parámetros de entrada leídos por el sistema de adquisición de datos.
- Visualización en modo gráfico, displays, alfanumérico, tipo osciloscopio, etc. Archivo de resultados numéricos (formato tabla) y gráficos. Exportación de datos grabados a fichero compatible con Excel.
- Impresión de resultados gráficos y numéricos.
- Gráficas Comparativas entre parámetros de distintos ensayos.

✚ Sistema de Adquisición y Medida del Diagrama Indicado PV-P $\alpha$  para Motores Térmicos. Compuesto por:

- Transductor electrónico piezoeléctrico de presión en cámara de combustión, instalado sobre bujía de motor estándar de automoción. (La bujía será suministrada por el cliente).
- Amplificador de carga y fuente de alimentación.
- Encoder de más de 360 impulsos por vuelta, con indicación de paso por PMS y conformador de pulsos para montaje sobre extremo de cigüeñal.
- Interfaces para tratamiento de señales de presión y ángulo con conexión a tarjeta de adquisición sobre slot de expansión del PC.
- Software específico de aplicación para obtención del diagrama PV-P $\alpha$  en tres dimensiones. Generado con Labview de National para Windows.

✚ El conjunto se suministra totalmente interconexionado y calibrado, con el motor térmico suministrado por el cliente instalado en el banco.

✚ Se suministran también los correspondientes manuales de uso y mantenimiento.

✚ El Banco de Pruebas estará preparado y será totalmente compatible con los siguientes sistemas opcionales, a presupuestar por separado y que podrían ser instalados con posterioridad:

- Refrigeración de Motor a prueba por Aire mediante Ventilador controlado por Variador de Velocidad
- Sistema de Recuperación de Agua del Freno.
- Mesa para medida de Empuje de Hélice con sistema de fijación para el motor y adquisición de canales de Régimen de Giro de Hélice y Empuje mediante célula de carga extensométrica.
- Sistema de extracción de humos

## **PRESUPUESTO**

A. Bancada general metálica de perfiles laminados electrosoldados, con subbancada para freno E-135 y bancada universal regulable en los tres ejes del espacio, para soporte del motor. Imprimación fosfatante y protección con pintura de alta resistencia. Soporte sobre antivibrantes de neopreno sin obra civil.

**Precio Base Posición A** **5.600 €**

B. Depósito de 50 l. para combustible. Red de combustible.

**Precio Base Posición B** **1.200 €**

C. Transmisión freno-motor y protección metálica.

**Precio Base Posición C** **2.800 €**

D. Freno dinamométrico eléctrico de corrientes de Foucault (Eddy-currents), marca Tecner mod. E-135, de 135 kW. a 10.000 r.p.m. Par máximo 400 Nm.

**Precio Base Posición D** **16.340 €**

E. Unidad electrónica de Lectura de parámetros fundamentales (Par y Régimen)

**Precio Base Posición E** **2.860 €**

F. Unidad electrónica de Regulación P.I.D. con los distintos modos de funcionamiento según motores, M cte., n cte., M/n cte. e I cte. por control exterior ó vía PC.

**Precio Base Posición F** **3.100 €**

G. 1 Rack convertidor de lectura de parámetros complementarios, con 6 canales de termometría y 2 canales de presión. Incluye sensores, transductores y convertidores electrónicos de señal. Sondas Pt-100 y Termopares tipo K para lectura de temperaturas y captadores electrónicos de presión piezorresistivos. Precisión 0.5 % FS.

G. 2 Consola de racks normalizado de 19" de la altura necesaria para la instrumentación y sistemas informáticos

**Precio Base Grupo G** **6.700 €**

H. Medidor volumétrico de consumo de combustible, tipo probeta aforada, con válvula de seccionamiento.

**Precio Base Posición H** **950 €**

I. Sistema de arranque con batería de 12 V. y cargador.

**Precio Base Posición I** **1.175 €**

J. 1 Sistema Informático completo compuesto por ordenador con procesador Pentium actual, Monitor TFT de 17", teclado – ratón e impresora color de chorro de tinta.

J. 2 Tarjeta de Adquisición PCI con 16 canales de entrada analógicos (en tensión o corriente), 2 salidas analógicas de control (en tensión), 16 entradas digitales directas hasta 24V (monitorización del proceso) y 16 salidas directas a relé hasta 5A (control del sistema) Sistema modular, fácilmente ampliable.

J. 3 Interfaces necesarios para la adaptación, transformación y filtrado de las señales que provienen del sistema de medida (entradas analógicas), de las señales para controlar la carga del freno de la Unidad de Regulación (salidas analógicas), de las señales de monitorización del sistema (entradas digitales) y de las señales de control del banco de ensayos (salidas digitales) con las tarjetas de adquisición de datos. Cable de comunicación entre tarjeta e interfaces.

**Precio Base Grupo J** **2.100 €**

K. Sistema de Adquisición y Medida del Diagrama Indicado PV-P $\alpha$

**Precio Base Posición K** **4.425 €**

L. Software específico para Bancos de Ensayo de Motores programado en entorno Labview de National Instruments para Windows

**Precio Base Posición L** **8.250 €**

**PRECIO TOTAL BASE SUMINISTRO** **55.500 €**





**Condiciones Generales de Suministro:**

<b>Plazo de entrega</b>	: 4 meses a partir de su pedido en firme
<b>Garantía</b>	: 1 año
<b>Instalación</b>	: No incluida en s/ instalaciones
<b>Motor a prueba</b>	: No incluido, a suministrar por el cliente.
<b>Instalación Motor</b>	: Incluida
<b>Puesta en marcha</b>	: Incluida
<b>Portes y embalajes</b>	: No incluidos
<b>Impuestos (IVA 16%)</b>	: No incluidos
<b>Forma de pago</b>	: 30% al pedido mediante transferencia bancaria 50% a la entrega de material en n/ instalaciones mediante Pagaré Bancario vencimiento 60 días 20% a la puesta en marcha mediante Pagaré Bancario vencimiento 60 días

**F. Amoraga Boigues**  
**Tecner Ingeniería, S.A.**



# ANEXO 4

## Características Bobina Eléctrica

## **BOBINA FRENO ELECTRICO E-135**

MAGNITUD	SIMBOLO	VALOR	OBSERV.
TENSIÓN	V (voltios)	45	2 devanados independientes 22,5+22,5 V
ANCHURA UTIL	b (mm)	47	
ALTURA UTIL	h (mm)	56	
SECCION DEL DEVANADO	S (mm <sup>2</sup> )	2.632	
DIAMETRO EXTERIOR UTIL	De (mm)	344	
DIAMETRO INTERIOR UTIL	Di (mm)	232	
DIAMETRO MEDIO	Dm (mm)	288	
LONGITUD DE LA ESPIRA MEDIA	Lme (mm)	904,77	
DIAMETRO UTIL DEL HILO	d (mm)	1,6	
SECCION UTIL DEL HILO	a (mm <sup>2</sup> )	2,01	
NUMERO DE ESPIRAS POR CENTIMETRO CUADRADO	$\rho$ (cm <sup>2</sup> )	30,7	
Nº TOTAL DE ESPIRAS	N	808	
AMPERIOS POR VUELTA	AxN (Amp)	5.896	± 5 %
DENSIDAD DE CORRIENTE	$\sigma$ (A/mm <sup>2</sup> )	3,5	
INTENSIDAD	I (Amp)	7,3	
LONGITUD TOTAL DEL DEVANADO	L (metros)	731	
RESISTENCIA A 20°C	R (ohmios)	6,16	
POTENCIA	W (wattios)	317	
CLASE DE AISLAMIENTO	H		180°C